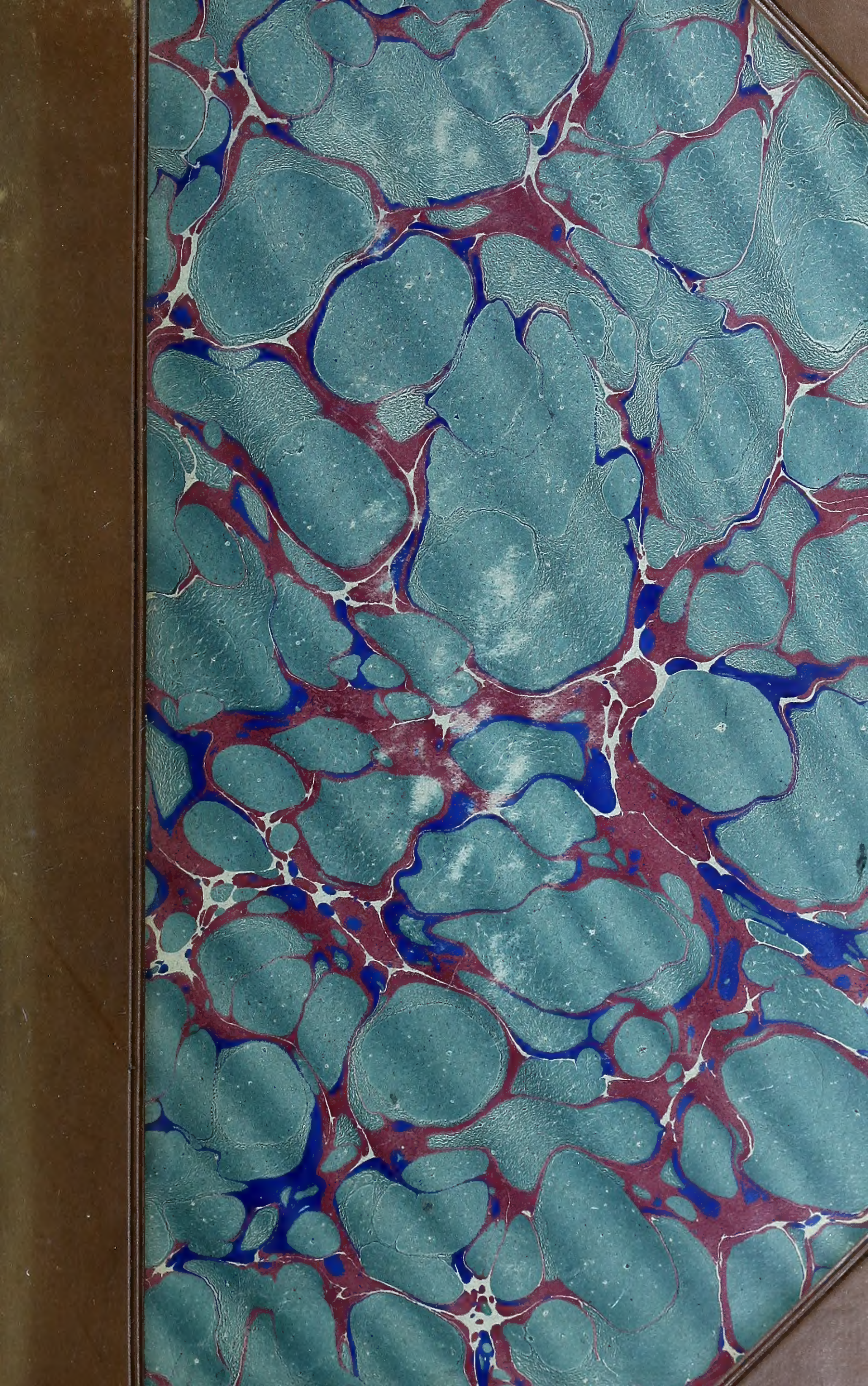


S.416.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME XVIII

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
En face de l'École de médecine
1884

RECHERCHES

SUR LA

DÉHISCENCE DES FRUITS

A PÉRICARPE SEC

Par LECLERC DU SABLON
Agrégé-Préparateur à l'École Normale Supérieure.

INTRODUCTION.

Depuis les travaux, déjà très anciens, de J.-C. Richard et de Mirbel sur les différentes formes et la classification des fruits, il n'a pas été publié en France de travail considérable sur ce sujet cependant si important. En Allemagne, les études de MM. Kraus, Hildebrand et Steinbrinck sur la structure et la déhiscence des fruits, ne portent que sur un nombre trop limité d'exemples, et laissent encore, surtout en ce qui concerne la déhiscence, plus d'un point obscur.

Une étude d'ensemble sur l'anatomie des fruits, la manière dont ils s'ouvrent ainsi que sur les rapports nécessaires qui doivent exister entre la structure et la déhiscence, m'a paru pouvoir combler, dans une certaine mesure, les lacunes qui existent dans cette partie de la science.

C'est ce que je me suis efforcé de faire dans ce mémoire, qui sera divisé en quatre parties.

Dans la première partie, je tracerai l'historique de la question, indiquant les différents essais de classification qui ont été tentés et les progrès qui ont été faits dans l'étude de la structure des fruits et du mécanisme de leur déhiscence.

La seconde partie sera spécialement consacrée à l'étude de la déhiscence en général. Les circonstances qui la favorisent et les particularités de structure qui la rendent possible y

seront exposées avec des exemples de nature à éclaicir chaque cas.

En troisième lieu, je passerai en revue les principales familles de Phanérogames pour montrer de quelle façon se comportent les différentes sortes de fruits par rapport à la déhiscence. La classification du règne végétal que j'ai suivie est celle de De Candolle.

Enfin la quatrième partie renfermera les conclusions générales du travail.

I. HISTORIQUE.

1° MORPHOLOGIE EXTERNE.

Césalpin, qui attachait une grande importance à l'étude des fruits, fut le premier à signaler, en 1583, l'existence des loges et des cloisons qui existent dans un grand nombre d'entre eux. La plupart des Botanistes qui vinrent après lui regardèrent les différences dans la forme du fruit comme un des meilleurs critériums destinés à servir de base à une classification du règne végétal. Mais les différentes sortes de fruits étaient très mal définies; les mots de silique, de capsule, de légume reviennent sans cesse dans les descriptions, en s'appliquant à des sortes de fruits très différents. C'est ainsi que dans le système de Magnol (1689), le mot silique désigne successivement les fruits de l'Apocyn, de la Lysimaque et de quelques Crucifères; celui de capsule est attribué au fruit des Crucifères siliculeuses; tandis que celui de silicule est réservé au fruit des Alsinées.

En 1737, Siegesbek exagéra encore plus que ses prédécesseurs l'importance du fruit en divisant les végétaux en trois classes suivant qu'ils portent des graines nues, des fruits secs ou des fruits charnus. A cette époque, la distinction entre le fruit et la graine n'était pas encore établie d'une façon suffisante; la plupart des akènes et des caryopses étaient regardés

comme des graines nues. Linné lui-même partagea cette erreur.

Adanson, qui avait essayé de classer les végétaux d'après chacun de leurs caractères, prit l'organisation du fruit pour base de deux systèmes différents. Dans le premier, il considérait la substance même du fruit, et dans le second le nombre des loges. A propos de ce dernier système il fait remarquer le rapport étroit qui existe entre l'ovaire et le fruit : « On sent bien, dit-il, que je ne donne pas d'arrangement systématique sur le nombre des fruits, parce qu'ils sont la même chose que les ovaires, qui ne font que changer de nom. »

C'est seulement Linné qui apporta quelque précision dans l'étude des fruits, en définissant clairement les mots dont il se servait.

Il admettait huit sortes de fruits :

La *Capsule*, fruit creux s'ouvrant d'une manière déterminée;

La *Silique*, fruit à deux valves avec des semences attachées aux sutures;

Le *Légume*, fruit à deux valves avec des semences à une seule suture;

Le *Conceptacle* ou *Follicule*, péricarpe à une valve s'ouvrant d'un seul côté et se détachant des semences;

La *Drupe*, fruit charnu sans valves contenant une capsule;

La *Baie*, fruit charnu sans valves contenant des graines nues;

Le *Strobile*, chaton changé en péricarpe.

Jussieu adopta cette classification, et, à part quelques additions, c'est encore celle qui est suivie par les Botanistes modernes.

Gärtner, dans son grand ouvrage *De fructibus et seminibus plantarum* où sont décrits et figurés tous les fruits connus de son temps, ajoute quelques définitions à celles de Linné. Il appelle encore graines nues le fruit des Labiées, des Composées et de quelques autres familles, mais il fait remarquer dans la pré-

face (1) que c'est là une expression commode dans les descriptions, expression qui ne doit pas exclure l'idée d'un péricarpe plus ou moins mince chez toutes les plantes. Christian Knaut et Vaillant (2) avaient été les premiers à soutenir cette idée, que toutes les graines doivent être entourées d'un péricarpe, et qu'aucune ne peut porter directement le style.

Louis-Claude Richard (3) fit le premier entrer dans une classification des fruits les graines nues des anciens Botanistes. Pour les désigner, il créa les noms d'*Akène* et de *Caryopse*. Pour lui, l'akène est un fruit sec, sans chair notable, indéhiscent, monosperme, dont la graine n'adhère pas au péricarpe ; le caryopse est un fruit également indéhiscent et monosperme, mais dont la graine adhère au péricarpe.

Seulement il allait trop loin dans cette généralisation de l'existence du péricarpe, et pensait que l'enveloppe de la graine des Conifères devait aussi être regardée comme un péricarpe. Cette opinion fut partagée par les Botanistes de son temps, jusqu'à ce que Robert Brown eût montré que, la graine de Pin étant complètement nue, cet arbre méritait bien le nom de Gymnosperme.

Richard distribuait les fruits en trois catégories de la façon suivante :

1° Les fruits simples, provenant d'un seul pistil, mais pouvant renfermer plusieurs loges;

2° Les fruits multiples, provenant de plusieurs pistils, mais d'une seule fleur ;

3° Les fruits agrégés, provenant de pistils contenus dans plusieurs fleurs.

Dans chacune de ces divisions, il décrit les différents modes de déhiscence, et les définitions qu'il donne sont celles qui sont encore maintenant adoptées.

Pour lui, la déhiscence valvaire est celle qui s'opère par des

(1) Page 88.
(2) *Act. Gall.*, 1708.
(3) *Démonstrations botaniques ou analyse du fruit en général*, 1808.

fentes longitudinales; dans un fruit à plusieurs loges elle peut être :

1° Loculicide, lorsque les fentes, suivant la nervure médiane de chaque carpelle, alternent avec les cloisons;

2° Septicide, lorsque les fentes, coïncidant avec les lignes de suture des carpelles, partagent chaque cloison en deux parties et isolent ainsi les carpelles qui entrent dans la composition du fruit;

3° Septifrage, lorsque, dans un des deux cas précédents, les cloisons se séparent des valves et restent adhérentes à l'axe.

Dans le cas des fruits à une seule loge, on peut se servir des mêmes expressions lorsque les lignes de déhiscence ont la même position par rapport aux lignes de suture des carpelles; il est évident qu'alors il ne peut être question de déhiscence septifrage. Quant à la déhiscence du légume qui se fait par deux fentes, l'une située le long de la nervure médiane du carpelle et l'autre le long de la ligne de suture, elle est désignée sous le nom de déhiscence léguminaire.

On sait que certains légumes, comme celui de l'*Hippocrepis*, au lieu de s'ouvrir par deux valves, se séparent en articles indéhiscents; Richard les appelait légumes lomentacés, et pour distinguer de la déhiscence ordinaire cette séparation en articles il lui donnait le nom de *partibilité*.

Il signale ensuite la déhiscence transversale, telle que celle de l'*Anagallis*, dont le fruit se sépare en deux parties par une fente en travers, la déhiscence poricide qui s'effectue par des pores de forme et de situation très différentes, et la déhiscence des fruits ruptiles qui s'ouvrent avec élasticité d'une façon plus ou moins régulière.

En 1813, Mirbel (1) publia une classification des fruits qu'il qualifiait lui-même d'artificielle, il distinguait les fruits Angiocarpes qui sont recouverts par d'autres organes que le calice (gland, strobile) et les Gymnocarpes qui sont nus ou recouverts seulement par le calice. La même année, Desvaux divisait les fruits en fruits secs et fruits charnus. Ces deux

(1) *Éléments de Physiologie végétale et de Botanique*, p. 794.

auteurs ont multiplié le nombre des catégories de fruits admises par leurs devanciers et remplacé par des noms nouveaux les noms usités jusqu'alors et que les Botanistes n'ont pas tardé à reprendre. C'est ainsi que Mirbel appelle : *pteridium* la samare, *pyridium* la pomme et *cerio* le caryopse ; Desvaux nomme *acrosarcum* la baie, et *xylodium* l'akène.

Dumortier (1) en 1835 et Lindley en 1839 (2), s'appuyant sur d'autres principes, publièrent chacun une classification des fruits où le nombre des divisions et des noms nouveaux n'était pas moindre que dans les précédentes. Dans celle de Lindley, qui est regardée comme la plus rationnelle, les fruits sont répartis en quatre catégories :

1° Les fruits apocarpés ou formés par un seul carpelle ;

2° Les fruits agrégés ou formés par la réunion de plusieurs carpelles, isolés mais renfermés dans la même fleur ;

3° Les fruits syncarpés ou provenant d'un pistil formé de plusieurs carpelles réunis ;

4° Les fruits anthocarpés ou ceux dans la composition desquels entrent d'autres organes que les carpelles.

On voit les rapports étroits qui existent entre cette classification et celles de Richard et de Mirbel. Les fruits anthocarpés de Lindley ne sont autre chose que les angiocarpes de Mirbel, les fruits agrégés correspondent aux fruits multiples de Richard et les apocarpés ainsi que les syncarpés aux fruits simples du même auteur.

Les efforts des Botanistes que je viens de citer tendent à faire entrer dans une classification plus ou moins rationnelle toutes les formes de fruits connus. Le grand nombre de divisions et de noms nouveaux introduits ainsi dans la science risquait de jeter quelque confusion dans l'étude des fruits, aussi voit-on plusieurs auteurs abandonner ces classifications pour revenir à la simplicité de l'ancienne nomenclature.

F.-V. Raspail allait jusqu'à demander la suppression de tous

(1) *Essai carpologique contenant une nouvelle classification des fruits* (*Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Bruxelles*).

(2) *Introduction to Botany*, p. 234.

les noms de fruits, préférant une description spéciale appropriée à chaque fruit au « laconisme trompeur d'une fausse généralisation (1) ».

Aug. Saint-Hilaire (2) n'admet que cinq espèces de fruit : le légume, la drupe, la baie, la capsule et la silique, dont il donne à peu près les mêmes définitions que Linné. Il ne prétend pas faire rentrer tous les fruits dans ces cinq catégories, mais il se réserve d'en modifier les noms par des épithètes appropriées ou même de créer de nouvelles divisions s'il rencontre une nouvelle forme de fruit bien définie.

Il résulte de cet examen que les systèmes qui prétendent classer et nommer toutes les formes de fruits ne peuvent donner que des résultats aussi artificiels que les caractères qui leur ont servi de base. Comme l'a montré J.-C. Richard, c'est dans l'ovaire qu'il faut étudier le fruit, c'est là seulement qu'on pourra reconnaître sa véritable structure, la plupart des caractères observés sur le fruit mûr n'étant que le produit d'une différenciation tardive et souvent variable.

2° MORPHOLOGIE INTERNE ET PHYSIOLOGIE.

Malpighi est un des auteurs les plus anciens qui nous aient laissé des documents exacts sur l'anatomie des fruits, mais ses observations ne portent que sur un petit nombre d'exemples, des gousses et des siliques principalement.

J.-C. Richard et Mirbel firent aussi de nombreuses observations sur la structure des fruits. Le premier distinguait dans le péricarpe trois couches principales : l'épicarpe formé par l'épiderme extérieur, l'endocarpe formé par l'épiderme intérieur, et le mésocarpe ou sarcocarpe constitué par la partie plus ou moins charnu ecomprise entre les deux épidermes. Dans le cas des drupes, il considérait le noyau comme un épaississement de l'épiderme interne.

Schleiden, dont les observations eurent surtout pour

(1) *Nouveau système de Physiologie végétale et de Botanique*, p. 243.
(2) *Leçons de Botanique* (*Morphologie végétale*, p. 522).

objet les fruits secs, reconnaissait quatre couches dans le péricarpe :

1° L'épiderme externe ;

2° La couche parenchymateuse contenant en général des faisceaux fibro-vasculaires ;

3° La couche dure lignifiée ;

4° L'épiderme interne.

Il arrive bien souvent que ces quatre parties ne peuvent se retrouver sur un même fruit ; ainsi dans la capsule de l'*Anagallis* elles sont confondues en une seule assise de cellules qui constitue tout le péricarpe. Dans d'autres cas, la couche lignifiée ne se trouve pas immédiatement au contact de l'épiderme interne; chez les Caryophyllées, par exemple, elle est formée par l'épiderme externe et les assises sous-jacentes. Mais quelle que soit la position de cette couche, nous verrons qu'elle est toujours intéressante à étudier, car c'est elle qui joue le principal rôle dans la déhiscence.

F.-V. Raspail (1), sans avoir fait une étude spéciale de la structure des fruits, attribuait cependant la déhiscence à des causes anatomiques. Pour lui, « la déhiscence s'opère sans aucune exception sur une nervure vasculaire » contenant un certain nombre de spires auxquelles la dessiccation communique une certaine « force d'expansion ». Sous l'influence de la dessiccation, « les parois se contractent plus à l'extérieur qu'à l'intérieur », « les spires et les organes vasculaires de la suture tendent à se dilater et à se dérouler, les parois des vaisseaux crèvent successivement et les valves deviennent libre par l'explosion d'un obstacle vaincu. Cette explosion réagit nécessairement sur la graine, dont le funicule n'oppose pas assez de résistance, et les valves, se rejetant en arrière, lancent au loin la graine comme l'arc qui se débande lance au loin le trait ».

C'étaient les mouvements des filaments spiraux qui entourent les spores des Équisétacées qui avaient inspiré à l'auteur cette théorie où les spires des trachées des plantes sont assi-

(1) *Nouveau système de Physiologie végétale et de Botanique*, t. II, p. 243-244.

milées aux fibres musculaires des animaux. Outre que l'hypothèse de Raspail ne rend pas compte des cas de déhiscence où on ne trouve pas de trachées le long des fentes, et ces cas sont nombreux (Linaire, Muflier, etc.), aucune expérience ou observation directe ne lui avait montré ce déroulement et cette dilatation des trachées sous l'influence de la dessiccation.

En 1867, M. Kraus (1) publia sur la structure des fruits secs un travail où sont décrits avec exactitude un certain nombre de fruits. Il y adopte la division du péricarpe en quatre couches qu'avait indiquée Schleiden, tout en remarquant qu'on ne peut l'appliquer à tous les cas. Ce mémoire est ce que nous avons de plus complet sur ce sujet; néanmoins le nombre des péricarpes décrits et surtout figurés est trop faible pour pouvoir être d'un grand secours à l'étude de la déhiscence. Sans faire des recherches spéciales sur la déhiscence, M. Kraus remarque que la place des fentes est toujours indiquée par la structure des tissus, excepté chez l'*Antirrhinum*, où il regarde la situation des pores comme indéterminée.

En 1869, Ch. Cave (2), dans son mémoire sur la structure et le développement des fruits, décrit d'abord un exemple de chacune des principales formes, puis, remontant à l'origine même de la structure, signale dans le voisinage de l'épiderme interne une couche génératrice qui serait le principe de l'épaississement du péricarpe.

C'est surtout MM. Hildebrand d'une part, et Steinbrinck, de l'autre, qui ont fait du mécanisme de la déhiscence une étude spéciale (1873).

M. Hildebrand (3), qui étudie à la fois les fruits secs et les fruits charnus, invoque, pour expliquer la projection des graines chez ces derniers, une inégalité de turgescence entre les différentes couches du péricarpe. Quant aux fruits secs, il explique en général leur déhiscence par l'inégalité de contraction entre deux couches, s'inspirant, en cela, seulement de la

(1) *Jahrbücher für Wiss. Bot.*, 1867.
(2) *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. X, p. 123-186.
(3) *Jahrbücher für Wiss. Bot.*, 1873.

forme du fruit déjà ouvert. Il lui arrive ainsi d'attribuer un rôle actif à certaines couches absolument inutiles à la déhiscence et qui prennent simplement la forme que leur impose la contraction des parties voisines. Nous en verrons plusieurs exemples en étudiant l'Acanthe, le *Geranium*, etc.

M. Steinbrinck (1) a étudié les causes anatomiques de la déhiscence des fruits secs. Dans certains cas, les résultats que j'ai obtenus concordent avec les siens, mais quelquefois ils en diffèrent. M. Steinbrinck connaissait la propriété qu'ont les fibres, en se desséchant, de se contracter moins dans le sens de leur longueur que dans les autres directions, mais il est loin d'en avoir tiré tout le parti qu'il était possible. Je discuterai d'ailleurs chacune de ses opinions en passant en revue les principales familles de Phanérogames.

Il résulte de cet examen historique que, si la structure des fruits a été étudiée avec quelques détails, notamment par M. Kraus, le mécanisme de la déhiscence n'est pas encore bien élucidé. Les seuls auteurs qui aient tenté quelques recherches sur ce sujet, MM. Hildebrand et Steinbrinck, n'ont étudié qu'un nombre assez restreint d'espèces, et les résultats qu'ils ont obtenus, quelquefois contradictoires, n'ont pas un caractère de netteté et de généralité suffisant pour rendre inutile toute recherche ultérieure.

II. ÉTUDE GÉNÉRALE DE LA DÉHISCENCE.

Parmi les causes qui provoquent la déhiscence d'un fruit, les unes, inhérentes au fruit même, doivent être recherchées dans sa structure ; grâce à elles, le fruit possède, pour ainsi dire en puissance, tel ou tel mode de déhiscence ; ce sont les causes intrinsèques. Il est évident qu'elles doivent exister, puisque deux fruits différents, placés exactement dans les mêmes cir-

(1) *Untersuchungen über die anatomischen Ursachen des Ausspringens der Fruchte.* Bonn, 1873.

constances, se conduisent en général de façons fort différentes par rapport à la déhiscence. D'autres causes, les causes extrinsèques, dépendent du milieu où se trouve la plante, des influences auxquelles elle est soumise. Ces causes doivent aussi exister, puisque, si on place deux fruits identiques dans des conditions de milieu différentes, l'un peut s'ouvrir et l'autre rester fermé. Ces deux catégories de causes se complètent l'une par l'autre, et leur présence simultanée est la condition nécessaire et suffisante de la déhiscence.

CAUSES DE LA DÉHISCENCE.

1° *Causes extrinsèques.* — La dessiccation des tissus est généralement regardée par les Botanistes comme la seule cause de nature à provoquer l'ouverture d'un fruit sec déhiscent. Il est facile en effet d'observer que les fruits de cette catégorie ne s'ouvrent que lorsqu'ils sont desséchés et que l'humidité, sous forme de vapeur d'eau ou d'eau liquide, peut, non seulement empêcher la déhiscence, mais encore faire refermer les fruits déjà ouverts. Ce qui arrive ainsi tous les jours dans la nature, peut être reproduit très facilement par l'expérience.

Les prolongements fibreux qui surmontent chaque carpelle de l'*Erodium* peuvent, mieux que tout autre exemple, nous montrer cette influence de l'humidité sur la déhiscence. Ces prolongements, on le sait, s'enroulent en spirale d'une façon assez complexe, sur laquelle je reviendrai; si on les plonge dans de l'eau ou dans une atmosphère saturée d'humidité, on les voit aussitôt se dérouler et reprendre leur forme primitive; si on les laisse se dessécher, ils s'enroulent de nouveau. On peut recommencer l'expérience aussi souvent qu'on veut avec le même carpelle sans que les humectations et les dessiccations alternatives fassent rien perdre de leurs propriétés aux tissus.

Il n'est pas nécessaire, pour que l'expérience réussisse, d'opérer sur un fruit récemment ouvert ; un filet d'*Erodium* enroulé depuis plusieurs années peut encore se dérouler en reprenant la quantité d'eau suffisante. Dans ce cas, il est bon

d'employer de l'eau chaude, le résultat est obtenu beaucoup plus promptement.

Ces expériences qu'on peut répéter sur presque tous les fruits secs déhiscents montrent bien que l'ouverture de ces fruits est provoquée par une propriété toute physique qu'ont certains de leurs tissus de se contracter d'une certaine façon sous l'influence de la dessiccation.

Pour humecter les tissus et empêcher ainsi la déhiscence, on peut remplacer l'eau par d'autres liquides, des acides, des bases ou même de l'alcool. Mais, si on met dans la glycérine un fruit non encore ouvert, on voit la déhiscence se produire comme par la dessiccation. Si l'action se prolonge, cette influence de la glycérine semble en quelque sorte changer de sens, le fruit se referme peu à peu et reste définitivement fermé si les circonstances restent les mêmes.

Ces deux résultats successifs et en apparence contradictoires peuvent s'expliquer facilement par la double propriété qu'a la glycérine d'être avide d'eau et d'avoir un faible pouvoir d'imbibition. En effet, si on plonge un fruit imbibé d'eau dans la glycérine, l'eau des tissus est d'abord absorbée par la glycérine sans être remplacée par un autre liquide ; l'effet produit est donc le même que si on desséchait le fruit. Mais au bout d'un certain temps la glycérine mêlée à l'eau imbibe peu à peu les parois des cellules, et le fruit, de nouveau humecté de liquide, se referme.

Il est très facile de vérifier cette action de la glycérine sur des coupes microscopiques faites dans des directions convenables. Si, par exemple, on pratique une coupe longitudinale dans la partie supérieure d'une capsule de Saponaire non encore ouverte, et qu'on la mette dans de la glycérine, on la voit d'abord se recourber vivement, puis reprendre peu à peu sa forme primitive.

L'étude de l'influence de l'humidité sur la déhiscence des fruits secs me conduit à dire quelques mots des fruits charnus déhiscents, pour montrer qu'il faut attribuer à des causes différentes l'ouverture de ces deux catégories de fruits.

Examinons, par exemple, la capsule de la Balsamine. Au moment de la déhiscence, chaque valve se recourbe assez fortement vers l'intérieur et les tissus qui la forment paraissent être gorgés de sucs. Si on met une de ces valves dans l'eau, la turgescence des cellules semble encore augmenter et on voit la courbure s'accentuer. Au contraire, si on laisse dessécher une valve, elle ne tarde pas à se ramollir et à perdre sa courbure. Il en résulte que l'action de l'eau favorise la déhiscence au lieu de l'empêcher comme cela a lieu pour les fruits secs.

Le fruit de l'*Ecbalium* qui, au moment de la maturité, lance ses graines à une grande distance, doit aussi cette propriété à la forte turgescence de ses cellules. Si un peu avant le moment de la déhiscence on cueille quelques-uns de ces fruits, on pourra, en arrachant le pédoncule, provoquer la projection des graines; mais si on les laisse se dessécher un peu, on voit que la projection devient de plus en plus faible et finit par être complètement nulle lorsque l'évaporation s'est produite pendant assez longtemps. Il résulte donc de ce qui précède que l'humidité a, sur la déhiscence, une influence toute autre suivant qu'elle s'exerce sur des fruits secs ou sur des fruits charnus. Elle favorise la déhiscence des fruits charnus et empêche au contraire et même fait cesser celle des fruits secs.

On peut se demander comment se produit dans la nature cette dessiccation des tissus nécessaire à la déhiscence et qui a lieu en général lorsque le fruit est encore adhérent à la tige. L'examen de la région du pédoncule où doit se faire la séparation entre le fruit et la tige indique souvent une structure comparable à celle de la région correspondante dans le pétiole d'une feuille prête à tomber.

Chez le Radis, par exemple, on voit qu'à partir d'un certain plan, les cellules du fruit meurent et se lignifient rendant ainsi plus difficile les échanges de liquide entre la tige et le fruit. Les vaisseaux du bois et du liber ne subissent d'ailleurs aucune modification. Dans ces conditions le fruit perd plus d'eau par évaporation qu'il ne lui en arrive par le pétiole et se dessèche donc exactement comme une feuille qui va tomber.

L'évaporation des sucs est d'ailleurs favorisée par cette circonstance qu'en général les fruits secs renferment de l'amidon et non du sucre. La plupart des fruits charnus renferment, au contraire, beaucoup de sucre ; le passage des liquides d'une cellule dans une autre et l'évaporation superficielle y deviennent ainsi plus difficiles.

Une des principales causes qui activent la dessiccation du fruit est l'élévation de température. C'est en effet pendant l'été et au moment le plus chaud de la journée que les fruits s'ouvrent le plus fréquemment. On peut d'ailleurs, en approchant un fruit d'une source quelconque de chaleur, provoquer la déhiscence ou l'augmenter lorsqu'elle s'est déjà produite. L'expérience est surtout frappante avec des capsules de Ricin ou d'Euphorbe qui s'ouvrent avec explosion lorsqu'on les porte à une température suffisamment élevée. Il est difficile de préciser la température nécessaire à la déhiscence d'un certain fruit, car cette déhiscence dépend, comme nous le verrons, de bien d'autres circonstances, qu'il est impossible d'apprécier avec exactitude.

On peut se rendre compte de cette influence de la chaleur sur l'ouverture des fruits, en remarquant que l'élévation de température favorise l'évaporation de l'eau renfermée dans les tissus, et par conséquent active la dessiccation ; mais la chaleur a-t-elle sur la déhiscence une action propre indépendante du dessèchement qu'elle produit ? on ne peut le conclure des expériences que j'ai citées où les fruits s'ouvraient sous l'action de la chaleur, car on ne sait pas si l'on doit attribuer le résultat obtenu seulement au dessèchement produit par la chaleur, ou aussi en partie à la chaleur elle-même.

Le meilleur moyen d'isoler ces deux causes consiste à opérer à des températures différentes sans changer le degré d'humidité du fruit. Pour être certain qu'en changeant la température on ne change pas aussi la quantité d'eau renfermée dans les issus, il est commode de n'observer que des fruits complètement desséchés ou plongés dans de l'eau.

Dans une première série d'expériences on mettra donc des

fruits déhiscents dans de l'eau à des températures différentes. Si, par exemple, on met dans de l'eau bouillante une valve de *Spartium junceum*, elle se déroule rapidement et reste immobile lorsqu'elle a atteint une certaine position limite. Transportée dans de l'eau à zéro, cette valve éprouve un léger changement de forme, elle commence à s'enrouler comme si elle se desséchait; mais ce mouvement est faible, et il faut une certaine attention pour l'apercevoir. Les fruits d'*Erodium* peuvent donner des résultats analogues; le filet qui surmonte chaque carpelle est un peu moins recourbé dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

Il résulte de ces expériences que l'action de la chaleur, lorsqu'elle est isolée, tend à empêcher la déhiscence. On peut cependant supposer que les tissus ont un pouvoir d'imbibition plus fort dans l'eau chaude que dans l'eau froide, et que c'est à une perte d'eau qu'on doit attribuer le commencement d'enroulement qu'éprouvent les fruits dans l'eau froide.

L'expérience suivante, faite sur un fruit complètement desséché, est à l'abri de cette objection. On fixe sur un morceau de liège ou tout autre support un carpelle d'*Erodium*, de façon à pouvoir en suivre facilement les mouvements; on met le tout sous une cloche bien fermée dont l'atmosphère est desséchée avec de la chaux. Le carpelle perd alors presque toute l'eau qu'il contenait et acquiert une certaine forme qui reste la même tant que la température ne change pas. Si l'on élève la température, l'enroulement diminue; il augmente au contraire si l'on produit un refroidissement. L'action de la chaleur, complètement isolée dans cette expérience, est donc la même que celle de l'humidité, c'est-à-dire contraire à la déhiscence.

Nous avons vu que dans la nature il n'en était pas ainsi : les fruits s'ouvrent sous l'influence de la chaleur; c'est que l'action propre d'une élévation de température est beaucoup plus faible que l'action indirecte qu'elle exerce en desséchant les tissus, et c'est seulement le résultat de ce dessèchement qu'on observe dans la nature.

Il était facile de prévoir qu'une élévation de température produirait le même effet qu'une augmentation d'humidité. En effet, les mesures qui ont été faites sur la dilatation des tisss végétaux sous l'action de la chaleur montrent que cette dilatation se produit, notamment pour ce qui concerne les fibres, suivant les mêmes lois que la dilatation résultant de l'imbibition.

En somme, la principale cause, on peut même dire la seule cause qui, dans la nature, provoque la déhiscence des fruits secs, c'est la dessiccation des tissus, qu'elle soit produite par une élévation de température ou par un abaissement de l'état hygrométrique de l'atmosphère.

2° *Causes intrinsèques.* — Lorsqu'un fruit s'ouvre sous l'action de la dessiccation, il ne reste pas semblable à lui-même ; certaines parties du fruit, tout au moins, se recourbent et se contractent de façon à produire les fentes ou les ouvertures qui permettent aux graines de s'échapper. Tous les tissus ne se modifient donc pas de la même manière en perdant l'eau qui les imbibe, et cette différence de propriété est évidemment une condition nécessaire de la déhiscence. Il y a donc lieu de rechercher de quelle façon les tissus se contractent en se desséchant, pour se rendre compte des changements de forme que subissent certains fruits mûrs.

Les deux propositions suivantes suffisent pour expliquer presque tous les cas de déhiscence qu'on observe sur les fruits secs.

1° Les fibres lignifiées se contractent moins dans le sens de leur longueur que dans une direction perpendiculaire.

2° Des éléments cellulaires de forme quelconque lignifiés se contractent d'autant plus, toutes choses égales d'ailleurs, que leurs parois sont plus épaisses.

La structure des fruits déhiscents fournit de nombreuses vérifications de ces propositions qu'on peut d'ailleurs démontrer expérimentalement.

Dans un copeau de bois mince et homogène taillé parallèle-

ment à la direction des fibres, on découpe deux rectangles plans de même dimension, la direction des fibres étant parallèle au petit côté de l'un et au grand côté de l'autre (pl. 1, fig. 1 et 2); on les imbibe d'eau séparément, puis on les colle l'un contre l'autre, de façon à ce qu'ils coïncident dans toute leur étendue et que les fibres de l'un soient dans une direction perpendiculaire aux fibres de l'autre, on les laisse ensuite se dessécher. On voit alors le système, d'abord plan, se recourber de telle manière que la partie convexe présente ses fibres parallèles à la ligne de plus grande courbure (pl. 1, fig. 3).

Un plan passant par cette ligne coupe donc les fibres de la partie convexe parallèlement à leur direction et celles de la partie concave perpendiculairement.

C'est, en général, suivant le grand côté du rectangle qu'on observe la courbure, mais il est évident qu'elle a les mêmes raisons de se produire suivant le petit côté. Le même copeau peut même présenter à la fois les deux courbures, autant que sa forme primitive peut lui permettre de le faire sans se déchirer. Si on rend au copeau l'eau qu'il a perdue, il se redressera et on pourra, en l'humectant et le desséchant alternativement, le faire se recourber ou se redresser autant de fois qu'on voudra.

Des mesures directes, effectuées sur des fibres alternativement humectées et desséchées, confirment cette inégalité de contraction des fibres dans des directions différentes et permettent d'en obtenir l'expression exacte.

Une section quelconque faite dans un parenchyme formé de cellules étant tout à fait comparable à la section transversale d'un tissu fibreux, on peut en déduire que, toutes choses égales d'ailleurs, un tissu fibreux se contractera dans la direction de ses fibres moins qu'un tissu cellulaire dans une direction quelconque.

La seconde proposition, énoncée plus haut, est susceptible d'une démonstration analogue :

On prend deux copeaux de bois dont l'un est composé de cellules à parois plus épaisses que l'autre et, autant que

possible, semblables d'ailleurs; on les laisse s'imbiber d'eau, puis on les colle l'un contre l'autre, de façon à les faire coïncider dans toute leur étendue. En laissant le système des deux copeaux se dessécher, on les voit se recourber, et c'est celui qui renferme les cellules aux parois les plus épaisses qui se trouve sur la face concave et qui, par conséquent, s'est contracté le plus. Il va sans dire qu'en reprenant la quantité d'eau qu'ils ont perdue, ces copeaux se dilatent comme ils s'étaient contractés en se desséchant, et reprennent leur forme primitive. On peut donc conclure que les cellules se contractent d'autant plus par la dessiccation que leurs parois sont plus épaisses.

Il est assez difficile de se procurer des copeaux remplissant les conditions nécessaires. Le meilleur moyen consiste à choisir un arbre, tel que le Frêne ou le Mûrier, où les éléments ligneux formés en automne soient plus petits et à parois beaucoup plus épaisses que ceux formés au printemps. On fait avec un microtome une coupe transversale d'une assez grande étendue, et c'est dans cette coupe, présentant plusieurs couches annuelles, qu'on peut découper des copeaux formés uniquement d'éléments à parois minces ou à parois épaisses. Si on prenait des copeaux sur des arbres différents, il serait à craindre que la structure ou la composition chimique du bois ne fût pas la même dans les deux copeaux. On ne saurait alors s'il faut attribuer la différence de contraction à la différence d'épaisseur des parois ou à une autre cause.

Si une cellule à parois épaisses se contracte plus qu'une cellule à parois minces, il en sera de même des parties de cellules qui se contracteront d'autant plus qu'elles seront plus épaisses. Si donc, dans une assise de cellules, l'épiderme extérieur d'un fruit par exemple, la partie externe des parois est plus épaisse que la partie interne, la partie externe se contractera davantage en se desséchant et se trouvera sur la face concave de l'assise recourbée.

Tous ces résultats ne s'appliquent qu'aux éléments lignifiés qui, par leur consistance et leur rigidité, se prêtent le mieux

aux expériences. Les tissus non lignifiés renferment, en général, beaucoup plus d'eau et se contractent beaucoup plus par la dessiccation. Mais, comme leur consistance est faible, ils peuvent se déchirer ou se mouler sur les parties plus dures dont ils suivent les mouvements, loin de les diriger.

Les exemples sont nombreux qui viennent à l'appui de cette manière de voir. Sur une capsule de Ricin desséchée on voit en effet la couche de parenchyme mou, qui recouvre la partie ligneuse, séparée en six bandes étroites qui couvrent à peine la moitié de la surface du fruit. La plupart du temps ce déchirement ne se produit pas, grâce à l'adhérence des tissus voisins. La couche de parenchyme, dont la contraction tangentielle est ainsi gênée, diminue en revanche d'épaisseur d'une façon très notable. C'est ce qu'on peut observer sur la plupart des capsules, telles que celles de la Scrofulaire, de l'*Antirrhinum*, etc.

PRINCIPAUX TYPES DE DÉHISCENCE.

Les différentes propriétés de la membrane cellulaire étant une fois démontrées indépendamment de la déhiscence, il faut voir maintenant comment elles trouvent leur application dans les diverses sortes de fruits. Je donnerai un exemple de chacun des cas principaux où la structure du péricarpe rappelle le plus directement la disposition des cellules ou des fibres dans les expériences qui ont été faites, en laissant pour le chapitre suivant l'examen des cas particuliers où l'application des règles établies semble plus indirecte.

Ces exemples vont donner successivement la vérification des propositions suivantes, relatives aux éléments lignifiés :

1° Les fibres ou les cellules allongées se contractent moins dans le sens de leur longueur que dans une direction perpendiculaire ;

2° Les fibres se contractent moins dans la direction de leur

longueur que des cellules isodiamétriques dans une direction quelconque ;

3° Un tissu de fibres ou de cellules se contracte d'autant plus que les parois cellulaires sont plus épaissies ;

4° Dans une cellule dont les parois sont inégalement épaissies, les parties les plus épaisses sont celles qui se contractent le plus.

1° *Inégale contraction des fibres dans des directions différentes.*

Farsetia clypeata. — Le fruit du *Farsetia clypeata* est une silicule de dimensions relativement très grandes, s'ouvrant par deux valves qui se séparent du placenta par leur partie inférieure, en se recourbant vers l'extérieur.

Si on examine la structure des valves (pl. 2, fig. 3), on voit qu'elles se composent de deux couches : une couche extérieure formée de parenchyme mou, et une couche interne formée de fibres lignifiées. Les fibres les plus intérieures, au contact de l'épiderme interne non lignifié, sont verticales, c'est-à-dire parallèles à l'axe de la silicule, tandis que les plus externes sont allongées dans une direction perpendiculaire. On voit donc que cette couche fibreuse reproduit exactement la disposition décrite dans la première expérience des copeaux, ce qui explique facilement pourquoi chaque valve se recourbe vers l'extérieur.

La couche de parenchyme mou n'a d'ailleurs aucune influence sur la déhiscence, on peut en effet l'enlever sans que la courbure des valves soit en rien diminuée.

Un certain nombre de fruits présentent des dispositions analogues, tels sont ceux des Euphorbiacées, du *Ruta*, de l'Apocyn, etc.

Dans d'autres cas, la déformation des fibres sous l'influence de la dessiccation est utilisée d'une façon un peu différente, comme chez le *Sida*, par exemple.

Sida. — Le fruit du *Sida* (pl. 3, fig. 11) se compose d'un

grand nombre de carpelles juxtaposés plutôt que soudés entre eux. Chaque carpelle s'ouvre séparément par une fente qui s'étend à la fois sur la suture ventrale et la nervure dorsale.

La partie externe du péricarpe se compose de cellules molles sans influence sur la déhiscence et la partie interne de fibres à peu près perpendiculaires à l'axe du fruit. De part et d'autre des lignes de déhiscence, et parallèlement à leur direction, se trouvent des fibres ligneuses qui sont donc à peu près perpendiculaires aux autres fibres du péricarpe.

Lorsque les tissus se dessèchent, les faisceaux de fibres marginales se contractent moins, dans le sens de leur longueur, qu'une autre ligne du péricarpe qui couperait les fibres perpendiculairement à leur direction. Le milieu des valves se contractant plus que les bords, il en résulte une tension dirigée suivant l'axe du fruit dont l'effet est d'ouvrir le carpelle par la partie supérieure. De plus, les faisceaux fibreux ne pouvant suivre sans se recourber la contraction des parties voisines auxquelles ils sont étroitement liés, se séparent suivant la ligne de moindre résistance et donnent aux bords de chaque valve une forme plus ou moins ondulée.

On peut expliquer d'une façon analogue la déhiscence des capsules de Scrofulaire, de Lilas, etc.

Dans les cas examinés jusqu'ici, la couche lignifiée est continue, c'est-à-dire formée d'éléments qui ne laissent pas de vides entre eux. Nous allons voir maintenant que cette couche continue peut être remplacée par un réseau de faisceaux fibreux qui joue exactement le même rôle :

Canna. — Le fruit du *Canna* est une capsule à trois loges, à déhiscence loculicide. Il se produit trois fentes au milieu de chaque loge, mais l'axe reste indivis et maintient ainsi les trois valves réunies sur toute sa longueur.

Les parois des loges se composent d'un parenchyme mou, dans lequel sont plongés des faisceaux fibreux. Les faisceaux d'une première série vont du sommet à la base du fruit, formant ainsi un système de méridiens à peu près équidistants. La seconde série, intérieure à la première, est composée

de faisceaux parallèles entre eux et perpendiculaires à ceux de la première série. L'ensemble présente donc à peu près l'aspect d'un quadrillage régulier. Cette disposition des faisceaux est sensiblement la même que celle des fibres dans la capsule du *Farsetia*.

Au moment de la dessiccation, la contraction parallèlement à une section transversale du fruit sera plus grande dans la série externe de faisceaux que dans la série interne formée de fibres parallèles à cette section. La tension ainsi développée produit une fente suivant la nervure médiane, qui est la ligne de moindre résistance, et recourbe plus ou moins vers l'extérieur les bords de cette fente.

Dans ce cas, qui se rencontre chez fort peu de fruits, la courbure des valves n'est pas toujours très nette à cause de la faible consistance des faisceaux fibreux et surtout par suite de la réunion des valves suivant l'axe du fruit.

Helleborus fœtidus. — Le fruit de l'Hellébore est un follicule s'ouvrant le long de la suture ventrale par un mécanisme comparable à celui que j'ai décrit chez le *Sida*.

La nervure médiane du carpelle (pl. 1, fig. 4) est doublée vers l'extérieur par un faisceau de fibres lignifiées, et le bord placentaire renferme deux faisceaux fibreux séparés seulement par deux assises de cellules, qui ne sont autre chose que les deux épidermes soudés l'un à l'autre pour fermer le carpelle. Chacun de ces faisceaux est relié à celui de la nervure médiane par des faisceaux transversaux qui remplacent la couche fibreuse continue des *Sida* (pl. 1, fig. 8); comme dansce dernier fruit, les faisceaux longitudinaux, se contractant moins suivant l'axe du fruit que les autres parties du péricarpe, provoquent ainsi la déhiscence, qui s'opère sur la face ventrale par simple décollement des épidermes.

On peut, par une expérience bien simple, montrer que c'est bien à cette disposition des faisceaux qu'est due la déhiscence. Prenons en effet deux follicules identiques non encore ouverts, laissons le premier intact et enlevons à l'autre les deux faisceaux fibreux du placenta. Lorsque ces follicules se dessècheront, le

premier s'ouvrira de la manière ordinaire (pl. 1, fig. 6), tandis qu'il ne se produira dans le second qu'une ouverture nulle ou presque nulle (pl. 1, fig. 7). Dans cette expérience, l'épiderme du fruit n'a pas été attaqué, il n'a donc pas sur la déhiscense l'influence que M. Steinbrinck lui avait attribuée (1). Ce botaniste croyait, en effet, que chez les Renonculacées la déhiscence était due à l'inégale contraction de l'épiderme et du parenchyme.

2° *Inégale contraction des fibres et des cellules.*

Fagus sylvatica. — Les graines sont renfermées dans une cupule à une seule loge s'ouvrant par quatre ou cinq valves qui se séparent par leur partie supérieure en se recourbant vers l'extérieur.

Les parois du fruit (pl. 8, fig. 1) presque entièrement lignifiées, se composent de deux couches bien distinctes. La couche interne est formée de fibres allongées verticalement, et la couche externe, des cellules isodiométriques. Ces cellules se contractent donc plus dans le sens de l'axe du fruit que les fibres de la partie interne; chaque valve, après s'être séparée de ses voisines suivant la ligne de plus faible résistance, où la partie ligneuse est interrompue ou considérablement affaiblie, devra donc se recourber vers l'extérieur.

3° *Différences de contraction entre les cellules dont les parois sont d'inégale épaisseur.*

Linum usitatissimum. — La capsule du Lin est formée de cinq loges divisées chacune en deux compartiments par une fausse cloison et s'ouvre au sommet par dix fentes, dont cinq sont suivant les nervures médianes des carpelles et cinq suivant les lignes de suture.

L'épiderme externe et quelques assises sous-jacentes constituent la partie lignifiée du péricarpe, et l'épaisseur des parois

(1) *Loc. cit.*, p. 11.

des cellules va en diminuant vers l'intérieur à partir de l'épiderme externe. Chaque ligne de déhiscence est indiquée par une moindre épaisseur de la partie lignifiée et une faible adhérence des cellules entre elles.

Lorsque le fruit se dessèchera, la partie externe se contractera plus que la partie interne, et chaque valve se recourbera vers l'extérieur, surtout dans la partie supérieure du fruit, où la différence entre l'épaisseur des parois est la plus sensible.

Comme les cellules de forme ordinaire, les fibres se contractent d'autant plus que leurs parois sont plus épaissies; on peut le vérifier sur les écailles des cônes d'Abiétinées.

Picea excelsa. — On sait qu'à la maturité les écailles du cône de l'Epicea, d'abord appliquées les unes contre les autres, s'écartent de l'axe central en pivotant autour de leur base.

Si on fait une section dans la partie inférieure d'une écaille, on y distingue, même à l'œil nu, deux couches différentes (pl. 8, fig. 3). La partie interne, qui paraît blanche, est composée de fibres allongées dans le sens de l'axe du cône, la partie externe, qui est brune, est aussi formée de fibres qui ont la même direction, mais dont les parois sont notablement plus épaisses (pl. 8, fig. 2). Cette dernière couche, en se contractant plus que l'autre, produira une courbure dans la partie inférieure de l'écaille, qui s'écartera ainsi de l'axe pour permettre aux graines de s'échapper.

Geranium. — On trouve des exemples analogues dans le fruit des Géraniacées. Chez les *Geranium*, par exemple, le fruit est surmonté par une sorte de bec formé de cinq filets dont chacun se relie à un carpelle. Au moment de la maturité, ces filets se séparent de la partie centrale du bec, entraînant avec eux les carpelles correspondants (pl. 3, fig. 2).

Si on examine la structure de ces filets, on voit que chacun d'eux se compose presque exclusivement d'un faisceau fibreux formé de fibres dont les parois sont plus épaisses dans la partie externe (pl. 2, fig. 10) qui, après la déhiscence, se

trouve sur le côté concave. On voit donc pourquoi la partie externe se contracte davantage en se desséchant.

4° *Différence de contraction entre les parties d'une même cellule.*

Antirrhinum majus. — Le fruit est une capsule à deux loges, s'ouvrant par trois pores, deux sur la loge supérieure et un sur la loge inférieure (pl. 6, fig. 16).

Dans le voisinage d'un pore, le péricarpe se compose de deux couches (pl. 6, fig. 14), une couche de parenchyme mou externe et une couche lignifiée interne formée de deux assises : l'épiderme interne dont les cellules sont aplaties et à parois minces, et l'assise sous-épidermique dont les cellules, allongées radialement, ont des parois d'autant plus épaisses qu'elles s'éloignent davantage de l'épiderme interne.

Lorsque le fruit se desséchera, la partie externe de l'assise sous-épidermique se contractera donc plus que la partie interne, et les régions du péricarpe qui présentent la structure indiquée tendront à se recourber vers l'extérieur; la rupture se fait suivant des lignes bien déterminées, qu'on peut reconnaître à une diminution d'épaisseur de la couche ligneuse et à une plus faible adhérence entre elles des cellules qui la composent.

Dans la région du péricarpe éloignée des pores, la structure est toute différente (pl. 6, fig. 15). La couche lignifiée se compose d'un nombre assez grand d'assises de cellules dont l'épaisseur et l'orientation n'ont rien de régulier. On voit donc que, dans cette partie, les causes qui produisaient la déhiscence ont disparu avec la déhiscence elle-même.

L'examen des principales familles de Phanérogames va nous montrer que si les modes de déhiscence varient presque à l'infini, du moins l'explication peut en être fournie au moyen du petit nombre de règles que je viens d'expliquer. Le mécanisme de la déhiscence de tous les fruits secs, à part de très

rares exceptions, qui s'expliqueront facilement, pourra se ramener à l'un des exemples qui viennent d'être donnés.

III. — ÉTUDE DE LA DÉHISCENCE CHEZ LES PRINCIPALES FAMILLES.

RENONCULACÉES.

Le fruit est un akène ou un follicule s'ouvrant par la face ventrale. Les follicules sont en général réunis au nombre de 2-5 sur un même pédoncule. Ils peuvent adhérer entre eux à des degrès très différents; ainsi, chez l'Hellébore, ils sont presque indépendants les uns des autres, chez le *Nigella sativa*, ils sont soudés par leur moitié inférieure, et chez le *Nigella damascena*, les carpelles étant soudés presque sur toute leur étendue, le fruit a l'apparence d'une capsule portant à son sommet autant de petites pointes qu'il renferme de carpelles.

J'ai indiqué, à propos de l'Hellébore, le mécanisme de la déhiscence des follicules de Renonculacées. Il est le même chez l'Ancolie, la Nigelle, la Dauphinelle; je rappelle que l'ouverture se fait sur la face ventrale par simple décollement des épidermes (pl. 1, fig. 4), grâce à l'inégale contraction verticale des faisceaux fibreux qui longent les lignes de déhiscence et des parois du follicule formés de parenchyme et de faisceaux transversaux. Le fruit du *Nigella damascena* qui a la même structure que celui des autres Renonculacées à follicules, s'ouvre aussi par le même mécanisme. Chaque carpelle présente à son sommet une fente qui s'étend sur la partie de la suture ventrale qui est libre et sur la partie supérieure de la nervure médiane.

La déhiscence du follicule de la Pivoine se produit de la même façon, mais grâce à une disposition différente de la partie ligneuse du péricarpe. Comme chez l'Hellébore, la nervure médiane du carpelle est parcourue par un faisceau fibreux, et la suture ventrale par deux faisceaux de la même nature; mais la partie ligneuse des parois, au lieu de consister en fais-

ceaux transversaux, se compose d'abord de l'épiderme interne formé de fibres transversales ou plus exactement de fibres qui vont de la suture ventrale à la nervure médiane en se rapprochant de la base du fruit, et en second lieu de petits faisceaux de cellules radiales qui vont d'un épiderme à l'autre à travers du parenchyme mou. Cette disposition des tissus peut produire le même résultat que celle qu'on rencontre chez l'Hellébore, parce qu'il n'y a dans la paroi du follicule que des éléments ligneux parallèles à une section transversale, et, par conséquent, se contractant moins, suivant l'axe du fruit, que les faisceaux verticaux.

La déhiscence de la Pivoine présente encore une complication; si en effet on considère la contraction des parties ligneuses parallèlement aux fibres de l'épiderme interne, on verra que ces fibres se contracteront moins que les faisceaux de cellules radiales qui sont sur leur face externe; les bords des follicules devront donc se recourber vers l'extérieur. C'est en effet ce qu'on peut constater; la courbure est même quelquefois si prononcée qu'elle devient incompatible avec la forme, du fruit qui se fend alors à la partie supérieure suivant la nervure dorsale. Cela tient à ce que les fibres de l'épiderme interne sont inclinées sur une section transversale du fruit; la ligne de plus grande courbure devant être parallèle aux fibres de l'épiderme interne, les deux bords de la fente tendront donc à s'enrouler à partir du sommet, et pourront ainsi déchirer la partie supérieure de la nervure médiane.

PAPAVÉRACÉES.

Dans les différents genres qui composent cette famille le fruit se présente sous des aspects très différents, tantôt c'est une capsule globuleuse comme chez le *Papaver*, tantôt une silique très allongée comme chez le *Glaucium*, d'autres fois, comme chez l'*Argemone*, c'est une capsule ovoïde presque charnue.

Papaver. — La capsule du *Papaver Rhœas*, ovoïde dans sa partie inférieure, se termine en haut par une espèce de

couvercle presque horizontal dont les bords retombent verticalement le long des parois de la capsule en formant un certain nombre de festons. A l'époque de la déhiscence, ces festons se relèvent pour se mettre sur le prolongement du couvercle, et il se forme, dans la partie qu'ils viennent ainsi de découvrir, autant de pores qu'il y avait de carpelles dans la capsule (pl. 1, fig. 9).

Si on fait une section transversale dans la partie moyenne de la capsule, on voit que l'épiderme externe est plus ou moins lignifié. Dans le parenchyme mou qui forme le reste de la paroi, les sections des nervures médianes apparaissent accompagnées par autant de sections d'un faisceau fibreux. Ces faisceaux donnent des ramifications qui forment un réseau assez serré dans la partie profonde du parenchyme. On voit, en outre, de nombreux petits faisceaux de cellules ligneuses qui, partant de ce réseau vasculaire, se dirigent vers l'épiderme externe.

A la partie supérieure de la capsule, cette structure se modifie un peu. Les nervures médianes se relient au couvercle supérieur, qui est lui-même lignifié sur presque toute son étendue ; les tissus compris entre deux nervures consécutives acquièrent une consistance très faible ; ils ne renferment plus de parties lignifiées et sont à peine reliés à la partie supérieure de la capsule par quelques cellules très peu résistantes.

Sur les bords du couvercle, dans la région qui retombe le long des parois de la capsule, l'épiderme supérieur est formé de cellules ligneuses allongées perpendiculairement à la surface externe et dont les parois externes sont beaucoup plus épaisses que les parois internes (pl. 1, fig. 10).

En se desséchant, la partie externe de l'épiderme se contractera donc plus que la partie interne et les bords du couvercle, d'abord verticaux, se relèveront peu à peu pour devenir horizontaux.

En second lieu, les parties molles et aqueuses situées à la partie supérieure de la capsule, entre deux nervures consécutives, se contracteront beaucoup plus que les nervures elles-

mêmes et, en se séparant du couvercle auquel elles sont très faiblement unies, formeront autant de pores qu'il y a de carpelles.

Chez le *Papaver Rhœas*, comme chez les autres espèces de *Papaver*, d'ailleurs, la déhiscence comprend donc deux mouvements distincts : 1° soulèvement de l'espèce de rideau qui couvre l'emplacement du pore; 2° ouverture du pore. Il faut remarquer que l'ouverture du pore est due à l'inégale contraction des parties molles et des parties lignifiées. C'est là un exemple assez peu commun où la contraction des parties molles joue un rôle important.

Argemone. — La capsule de l'*Argemone grandiflora* est formée de quatre carpelles à placentation pariétale (pl. 1, fig. 11); au moment de la déhiscence, les quatre nervures marginales réunies au sommet de la capsule restent en place, tandis que, de part et d'autre de chaque nervure, il se produit une fente qui s'étend sur la moitié supérieure du fruit; les valves, ainsi limitées par deux fentes, se détachent des nervures et se recourbent vers l'extérieur. On voit que cette déhiscence présente quelque analogie avec celle du *Papaver;* les fruits de ces deux genres diffèrent surtout par l'inégal développement des stigmates qui, très considérables chez le *Papaver*, forment cette espèce de couvercle recouvrant les capsules.

Si on fait une section transversale dans la partie indéhiscente de la capsule (pl. 1, fig. 13), on voit que les faisceaux libéro-ligneux des nervures marginales sont doublés d'un fort faisceau de fibres qui envoie des ramifications dans les valves. Les valves elles-mêmes sont formées par un parenchyme mou dans lequel on trouve un réseau de faisceaux fibro-vasculaires.

Dans la partie déhiscente, la nervure médiane renferme trois faisceaux fibreux accompagnant toujours trois faisceaux libéro-ligneux (pl. 1, fig. 12). Celui du milieu, qui est le plus gros, n'émet pas de ramifications; les deux latéraux donnent des nervures secondaires qui circulent dans les valves et diminuent peu à peu d'importance jusqu'au sommet du fruit. En exami-

nant la partie moyenne de la capsule, on peut constater que ces trois faisceaux proviennent de la tripartition du faisceau unique de la partie inférieure.

Dans la partie déhiscente, les nervures marginales se contracteront moins, dans le sens de l'axe du fruit, que les portions comprises entre elles formées de parenchyme et de faisceaux orientés d'une façon quelconque. Donc les valves se détacheront des nervures par leur partie supérieure, et comme chacune d'elles est doublée par un faisceau fibreux vertical qui se contracte moins que la partie centrale, il en résultera une traction qui recourbera vers l'extérieur la partie libre des valves.

Dans la partie inférieure, la déhiscence ne peut avoir lieu, car les valves ont avec les nervures marginales des relations fibro-vasculaires difficiles à rompre. On voit donc que l'analogie que nous avons remarquée entre le fruit du *Papaver* et celui de l'*Argemone* se poursuit dans le mécanisme de la déhiscence.

Glaucium. — Le fruit du *Glaucium luteum* est une silique très allongée dont la cavité est divisée en deux loges par une fausse cloison très épaisse; il s'ouvre à peu près comme la silique des Crucifères, c'est-à-dire par deux valves qui se séparent du placenta par leur partie inférieure, sans changer sensiblement de forme.

L'épiderme interne est formé de petites fibres verticales lignifiées, le reste du péricarpe consiste en parenchyme mou renfermant de gros faisceaux libéro-ligneux doublés extérieurement de fibres lignifiées. Les placentas renferment aussi de très gros faisceaux fibro-vasculaires. C'est de part et d'autre de ces faisceaux que doit se faire la séparation entre les valves et le placenta; les cellules qui se trouvent dans cette région sont à parois très minces et renferment très souvent des cristaux sphéroïdaux d'oxalate de chaux.

On ne trouve pas dans cette structure la cause d'une courbure prononcée des valves qui semblent se séparer des placentas simplement par la destruction des cellules renfermant les cristaux d'oxalate de chaux.

MAGNOLIACÉES.

Magnolia grandiflora. — Chaque fleur renferme un grand nombre de carpelles qui se transforment en follicules s'ouvrant en général par une fente, qui s'étend à la fois le long de la suture ventrale et de la nervure médiane, quelquefois seulement le long de cette dernière.

La partie interne du péricarpe est formée par une couche assez épaisse de fibres lignifiées inclinées à 45 degrés sur l'axe du fruit, de façon à se rapprocher du pédoncule en allant de la nervure médiane à la suture ventrale. La partie externe du péricarpe est formée de parenchyme mou renfermant de petits faisceaux de cellules radiales à parois très épaisses qui relient la couche ligneuse interne à l'épiderme externe. Dans le plan médian des carpelles, les fibres ligneuses des deux valves se coupent sous un angle très aigu, et tout le long de l'arête ainsi formée s'étend un faisceau fibreux qui entoure complètement le follicule.

Lorsque le fruit se dessèche, la partie externe de ses parois, formée de parenchyme mou et de cellules radiales, se contracte plus que les fibres internes dans la direction de ces fibres. Il se produira donc une tension qui séparera les tissus suivant la nervure médiane, qui présente une faible résistance, et recourbera vers l'extérieur les bords de la fente ainsi formée. Si les fibres étaient parallèles à une section transversale, le follicule pourrait ne se fendre que d'un seul côté, mais comme elles sont inclinées à 45 degrés sur l'axe du fruit et que par conséquent la force qui recourbe les bords est parallèle à cette direction, il faut, si la courbure est assez prononcée, que la fente se propage sur les deux bords, comme cela a lieu pour la Pivoine.

Après l'ouverture, le faisceau fibreux qui longeait la ligne de déhiscence reste appliqué sur un bord quelconque de la fente; souvent il devient complètement libre et se rattache seulement au pédoncule par une de ses extrémités.

CRUCIFÈRES.

Le fruit des Crucifères est une silique ou une silicule, c'est-à-dire un fruit sec à deux loges séparées par une fausse cloison qui réunit les deux placentas pariétaux. La déhiscence, lorsqu'elle a lieu, se produit par quatre fentes situées deux à deux de part et d'autre de chaque placenta (pl. 2, fig. 1). Les valves ainsi limitées se détachent le plus souvent, par leur partie inférieure, des placentas qui restent en place.

La structure du fruit présente dans cette famille une certaine constance; à l'extérieur de l'épiderme interne, formé de cellules non lignifiées à parois épaisses, on trouve d'abord une couche de fibres lignifiées et enfin du parenchyme à chlorophylle qui s'étend jusqu'à l'épiderme extérieur. M. Fournier et, après lui, M. Steinbrinck ont voulu trouver dans la disposition des fibres de la partie ligneuse une différence entre les siliques et les silicules. Chez les siliques les fibres seraient parallèles à l'axe du fruit, et chez les silicules elles seraient inclinées d'un certain angle sur cet axe. Les fibres sont en effet verticales dans toutes les siliques que j'ai observées, mais chez les silicules leur direction est très variable. Chez le *Thlaspi* elles ont la direction indiquée par les auteurs que je viens de citer; chez le *Biscutella* elles sont horizontales, et chez le *Farsetia* les unes sont horizontales et les autres verticales. C'est surtout dans les silicules à cloison étroite que les fibres sont inclinées sur l'axe.

Siliques. — Prenons pour exemple la silique de *Sisymbrium acutangulum*. Les valves se détachent en général par leur partie inférieure sans changer sensiblement de forme. La couche lignifiée (pl. 1, fig. 14) se compose de plusieurs assises de fibres à parois épaisses, son épaisseur augmente vis-à-vis des nervures de chaque valve. Dans le voisinage du placenta, cette couche ligneuse abandonne l'épiderme interne, traverse le parenchyme mou et va rejoindre l'épiderme externe. Chez le *Sisymbrium* les couches ligneuses des deux valves, de part

et d'autre d'un même placenta, atteignent l'épiderme externe au même point, sur la ligne de suture des carpelles.

Lorsque la couche ligneuse quitte l'épiderme interne pour aller rejoindre l'épiderme externe, au lieu d'être composée seulement de fibres verticales, elle renferme aussi des cellules ligneuses. Le placenta contient lui-même un fort faisceau de fibres lignifiées qui n'est séparé des deux couches ligneuses que je viens de décrire que par quelques assises de cellules molles. C'est dans ce tissu mou que doit se faire la séparation entre les valves et le placenta. On voit donc que dans ce cas tout l'épiderme externe est emporté par les valves et qu'il n'en reste pas sur les placentas. Dans d'autres cas il n'en est pas ainsi, les fentes atteignent l'épiderme externe à une certaine distance de la ligne de suture des carpelles et laissent une partie de l'épiderme externe sur le placenta. Les cellules molles qui sont dans la région des lignes de déhiscence présentent un aspect particulier; elles sont brillantes, à parois épaisses, et au moment de la maturité paraissent se dissocier en partie pour faciliter la déhiscence.

La déformation des valves étant nulle ou presque nulle, il suffira d'une force minime pour produire la déhiscence. On peut voir l'origine de cette force dans l'inégalité de contraction des fibres verticales du placenta et des cellules ligneuses qui prolongent la couche fibreuse jusqu'à l'épiderme externe; la tension ainsi développée, quelque faible qu'elle soit, pourra être suffisante pour briser la résistance peu considérable qui s'oppose à la déhiscence.

Dans certains cas il semble même inutile de faire intervenir une force particulière, le moindre choc suffit pour faire tomber les valves. Il est d'ailleurs commun de voir des siliques mûries et desséchées normalement rester indéhiscentes; c'est que le petit choc qui était nécessaire pour séparer les valves ne s'est pas produit, on peut s'assurer qu'en général ces siliques s'ouvrent sous le moindre effort.

M. Steinbrinck (1) attribue la déhiscence des siliques à une

(1) *Loc. cit.*, p. 41.

force qui se développerait dans le bec de la silique, sans donner de cette hypothèse aucune preuve anatomique. Je n'ai d'ailleurs pas observé dans la nature de valves de silique paraissant avoir tourné autour de leur extrémité supérieure.

La déhiscence du fruit du *Cardamine hirsuta* se fait d'une toute autre façon; les valves se détachent du placenta avec élasticité bien avant d'être desséchées, et si on plonge dans l'eau une valve une fois enroulée, elle ne se déroule pas. Nous n'avons donc pas affaire à un fruit sec, mais à un fruit qui s'ouvre probablement par suite de l'inégale turgescence des différentes couches de cellules qui le composent, comme un fruit charnu.

Silicules. — Nous avons vu comment les deux valves de la silicule du *Farsetia* se recourbaient vers l'extérieur, grâce à la disposition croisée des fibres de la partie lignifiée. Il en est rarement ainsi, et, en général, les valves des silicules ne changent guère plus de forme que celles des siliques.

Ordinairement les fibres sont inclinées sur l'axe du fruit de façon à s'éloigner du placenta lorsqu'elles se rapprochent de la base de la silicule; les valves se contractent donc plus dans le sens de l'axe que les placentas formés de fibres verticales; c'est là une cause de la déhiscence qui n'existait pas chez les siliques, mais les valves une fois isolées ne se recourbent pas et ne changent pas sensiblement de forme.

La déhiscence du *Biscutella*, quoique se produisant d'une façon tout à fait comparable aux cas précédents, mérite cependant d'être signalée, car elle a pour résultat, non pas la mise en liberté des graines, mais la division du fruit en deux valves closes et monospermes.

Si on examine une section transversale de cette silicule (pl. 2, fig. 2), on voit que la cloison a complètement disparu; les deux placentas se sont soudés en un seul qui présente un gros faisceau fibreux dans sa partie centrale; c'est sur les faces latérales de ce faisceau que se trouvent les faisceaux libéroligneux; en s'éloignant encore du centre du fruit on trouve un

tissu de cellules molles qui se dissociera au moment de la déhiscence, puis viennent les bords des valves qui, indépendants chez les autres genres, sont ici accolés l'un à l'autre; autour de la graine, la cavité de la loge est remplie par un parenchyme ligneux formé de cellules à parois minces. Les fibres de la partie interne du péricarpe sont horizontales; leur contraction verticale sera donc encore plus forte que chez le *Thlaspi* et pourra contribuer d'une façon plus efficace à la déhiscence. Lorsque les valves sont libres, chacune d'elles est tout à fait comparable à un akène; chez quelques Papilionacées et la plupart des Ombellifères, nous trouverons des cas de déhiscence tout à fait comparables.

Certaines Crucifères ont un fruit indéhiscent. Le fruit du *Raphanus sativus*, par exemple, est une grosse silique qui, à la maturité, présente autant d'articles indéhiscents qu'elle contient de graines; ces articles peuvent se séparer très facilement les uns des autres.

Les parois du péricarpe se composent de deux ou trois assises de fibres verticales au contact de l'épiderme interne et d'une couche assez épaisse de parenchyme très lâche où sont plongés des faisceaux libéro-ligneux accompagnés de fibres lignifiées; on ne voit plus dans la région du placenta la disposition des tissus si constante chez les fruits des espèces déhiscentes et qui favorisait la séparation des valves; les placentas ne renferment plus un gros faisceau fibreux, et la couche ligneuse interne ne va pas rejoindre l'épiderme externe en traversant les parois du péricarpe.

Voyons maintenant comment la séparation des articles est rendue possible. Dans la partie du fruit, toujours assez étendue, qui sépare deux graines, la couche ligneuse ne se développe presque pas, et la cavité du carpelle reste nulle; de sorte que, dans une section transversale faite à travers cette région, on ne trouve que du parenchyme mou présentant de grandes lacunes, et au centre un tout petit massif de cellules lignifiées. Au moment de la dessiccation, la contraction est donc très forte dans cette partie, et la portion de la silique qui réunit

deux articles, étant devenue ainsi mince et cassante, se brise facilement.

La silicule du *Bunias Erucago* ou du *Neslia paniculata* reste complètement indéhiscente ; la couche ligneuse interne, continue tout autour de la loge, se compose de fibres orientées dans des directions quelconques et qui, par conséquent, rendent toute déhiscence impossible.

CAPPARIDÉES

Dans cette famille le fruit est une baie indéhiscente (*Capparis*) ou une silique (*Palanisia*).

Palanisia graveolens. — La silique est à une seule loge, il n'y a pas de fausse cloison comme chez les Crucifères. La déhiscence se produit seulement à la partie supérieure de la capsule, les valves se recourbent vers l'extérieur, et les placentas, parcourus par un faisceau fibreux, restent en place (pl. 2, fig. 4).

Dans la partie déhiscente (pl. 2, fig. 5) la couche ligneuse du péricarpe se compose de l'épiderme interne, formé de fibres parallèles à une section transversale ; sur les bords de la valve, les fibres de l'épiderme deviennent parallèles au placenta et sont renforcées par plusieurs assises de fibres lignifiées, parallèles à la même direction. Dans cette région la partie ligneuse des valves est absolument isolée des faisceaux fibreux du placenta, car l'épiderme cesse d'être lignifié le long des lignes de déhiscence et le faisceau fibreux du placenta n'envoie pas de ramifications dans les autres parties du fruit.

Si, dans la partie de la valve que je viens de décrire, on considère la contraction suivant l'axe du fruit, on voit qu'elle sera plus grande au milieu de la valve, qui ne renferme que des fibres transversales, que sur les bords, qui présentent des fibres verticales ; de là une tension qui détachera les valves des placentas auxquels elles n'adhèrent que faiblement, et les recourbera vers l'extérieur.

Dans la partie indéhiscente, les fibres transversales (pl. 2,

fig. 6) de l'épiderme interne subsistent, mais les fibres verticales qui se trouvaient sur les bords des valves ont disparu. De plus, dans le parenchyme mou qui constitue la plus grande partie des parois du péricarpe, et directement accolé à l'épiderme interne, se trouve un réseau de faisceaux fibreux qui disparaît peu à peu dans la partie déhiscente. Ce réseau est en relation avec les faisceaux fibreux des placentas qu'il relie ainsi aux valves d'une façon étroite. On voit donc que dans la partie indéhiscente de la silique, les causes de la déhiscence ont complètement disparu.

CISTINÉES.

Helianthemum. — Le fruit est une capsule à une loge s'ouvrant par trois valves.

L'épiderme externe est formé de cellules lignifiées et allongées radialement. Les parois extérieures de ces cellules et une partie des parois latérales (pl. 3, fig. 4) sont tellement épaissies que la cavité de la cellule en a été presque complètement oblitérée; la paroi interne et les parties adjacentes des parois latérales restent beaucoup plus minces; à l'intérieur de l'épiderme on ne trouve que du parenchyme mou. Le long des lignes de déhiscence, les cellules épidermiques sont plus petites et adhèrent faiblement entre elles; dans le parenchyme sous-jacent se trouve un faisceau fibreux divisé en deux parties au moment de la déhiscence.

C'est l'inégal épaississement des cellules de l'épiderme qui est la cause de la déhiscence, la partie externe, en effet, étant plus épaissie, se contractera davantage et les valves se recourberont vers l'extérieur.

Cistus. — Le fruit est une capsule à cinq loges dont la structure et la déhiscence sont tout à fait comparables à celles de l'*Helianthenum*, on doit cependant remarquer que quelques assises de cellules sous-jacentes à l'épiderme externe sont lignifiées et allongées suivant l'axe du fruit; elles peuvent ainsi,

en se contractant moins que les cellules épidermiques, contribuer à la déhiscence.

CARYOPHYLLÉES.

Dans cette famille, le fruit est en général une capsule à fausse placentation centrale, s'ouvrant en son sommet par un certain nombre de dents. Les fentes se produisent le long des nervures médianes et des lignes de suture des carpelles ou seulement le long des nervures médianes, suivant que le nombre des dents est double du nombre des carpelles ou qu'il lui est égal. Dans l'étude de la structure de ces fruits, il y a lieu de distinguer la partie supérieure déhiscente de la partie inférieure indéhiscente, où l'on doit vérifier la disparition des particularités qui causent la déhiscence.

Saponaria officinalis. — Le fruit de la Saponaire (pl. 3, fig. 5) est un de ceux dont la structure est la plus simple. Dans la partie supérieure (pl. 3, fig. 6) l'épiderme se compose de cellules lignifiées dont les parois externes atteignent une épaisseur considérable. Cette épaisseur diminue dans les parois latérales jusqu'à la paroi interne qui est très mince ; le reste du péricarpe est formé par du parenchyme mou. Le long des lignes de déhiscence, les cellules de l'épiderme deviennent plus petites, moins cohérentes entre elles, et de part et d'autre de ces lignes quelques cellules sous-épidermiques sont lignifiées et allongées verticalement.

Dans la partie indéhiscente (pl. 3, fig. 7), la structure est à peu près la même, mais les cellules de l'épiderme externe sont également épaissies sur toutes leurs faces et ne se modifient pas le long des lignes de déhiscence.

A l'époque de la maturité, les parois externes des cellules de l'épiderme, étant plus épaisses que les parois internes, dans la partie supérieure de la capsule, se contracteront davantage. Il en résulte une force qui sépare les valvules suivant les lignes de plus faible résistance et les recourbe vers l'extérieur.

Il est facile de montrer que cette force s'exerce bien suivant

tous les méridiens; si on fait en effet une coupe longitudinale dans la partie supérieure d'une capsule non ouverte et qu'on la mette dans la glycérine, ce qui, on le sait, produit d'abord le même effet que la dessiccation, on la voit se recourber dans le même sens qu'une valve tout entière; en la transportant dans l'eau elle se redresse aussitôt.

Chez les autres Caryophyllées le mécanisme de la déhiscence est le même, mais en général plusieurs assises sous-épidermiques sont lignifiées (*Dianthus*, *Silene*, *Agrostemma*).

Chez le *Dianthus*, les cellules épidermiques ont un aspect particulier; elles sont très allongées radialement et leur paroi externe (dans la partie déhiscente) présente, avec une épaisseur très forte, une consistance tout à fait pierreuse et des stries spiralées caractéristiques.

GÉRANIACÉES.

Le fruit des Géraniacées est une capsule à cinq loges que surmonte un prolongement effilé quelquefois très développé. Au moment de la déhiscence, chacun des cinq filets renfermés dans ce prolongement se recourbe, d'une façon différente suivant le genre considéré, en entraînant avec lui le carpelle correspondant. Le placenta et la partie centrale du prolongement restent adhérents au pédoncule.

Erodium cicutarium. — Dans le genre *Erodium* les filets s'étendent sur toute la longueur du bec et commencent à s'enrouler indifféremment par la partie inférieure ou par la partie supérieure; après s'être enroulés, ils se détachent de l'axe et tombent. Pour décrire l'enroulement de ce filet (pl. 3, fig. 3), il faut le considérer comme résultant de deux mouvements distincts, dont l'un serait un mouvement d'enroulement en spirale dans un plan et l'autre un mouvement de torsion autour de l'axe du filet. Dans le voisinage des loges, ce dernier mouvement semble seul exister; mais peu à peu le second vient s'y ajouter et le filet tout en se tordant sur lui-même, s'enroule autour d'un cylindre de rayon de plus en plus grand; enfin dans la

partie supérieure, le mouvement de torsion disparaît peu à peu et l'enroulement en spirale finit par s'effectuer presque dans un plan.

Si on fait une section transversale dans la partie moyenne des loges, on voit que leurs parois se composent d'une couche de parenchyme mou externe et d'une couche lignifiée interne. Les couches ligneuses qui entourent chaque loge, étant absolument isolées les unes des autres, facilitent ainsi la séparation des carpelles au moment de la déhiscence. A la partie supérieure de chaque loge prend naissance un gros faisceau de fibres lignifiées qui se prolonge jusqu'à l'extrémité du bec (pl. 2, fig. 8). La section transversale de ce faisceau (pl. 2, fig. 7) présente à peu près la forme d'un croissant aux bords émoussés dont la concavité serait tournée vers l'extérieur. Les fibres de la partie externe du faisceau sont plus petites et à parois plus épaisses que celles de la partie interne. Le côté externe se contractera donc davantage ; mais, comme la forme en croissant de la section du faisceau fibreux est un obstacle à l'enroulement du filet dans un plan, il se produira une sorte de torsion et l'enroulement se fera en hélice. Cette torsion est d'ailleurs favorisée par une autre cause ; les fibres dont les parois sont les plus épaisses se trouvent, en effet, au centre de la face externe de la section, les deux bords du faisceau se contracteront donc moins que la partie centrale, ce qui provoquera une torsion du filet autour de son axe.

La structure de la partie supérieure du filet est un peu différente (pl. 2, fig. 9), sa section est elliptique et les fibres du bord ne sont pas à parois moins épaisses que celles du centre. L'enroulement dans un plan est donc possible et les causes du mouvement de torsion sont disparues. En faisant des sections transversales à différentes hauteurs, on constate que les causes du mouvement de torsion disparaissent graduellement en même temps que ce mouvement lui-même.

M. Hildebrand (1) attribue les mouvements du filet de l'*Erodium* à la différence de contraction du faisceau fibreux et de

(1) *Loc. cit.*, p. 266-267.

quelques assises de cellules molles qui recouvrent sa face externe. Il paraît difficile *à priori* que des cellules d'aussi faible consistance produisent un effet relativement si considérable sur des éléments aussi résistants. On peut d'ailleurs se rendre compte, par l'expérience, de la valeur de cette explication. Si on prend deux filets identiques, qu'on laisse l'un intact et qu'on enlève le parenchyme qui couvre la face externe de l'autre, on voit que ces deux filets s'enroulent exactement de la même façon. On peut répéter l'expérience plusieurs fois sur le même filet, elle réussit toujours de la même manière. On doit donc en conclure que le parenchyme n'a aucune influence sur la déhiscence de l'*Erodium*.

Geranium. — Les filets se détachent toujours par leur partie inférieure (pl. 3, fig. 1 et 2) et s'enroulent dans un plan jusqu'à une certaine distance du sommet du bec à partir de laquelle ils restent fixés à ce bec, même après la déhiscence. De plus chacune des coques s'ouvre par la face ventrale pour mettre en liberté la graine qu'elle contient.

La structure du fruit du *Geranium* est comparable à celle que j'ai décrite à propos de l'*Erodium;* il n'y a que des différences secondaires qui servent à expliquer les différences que nous avons constatées dans la déhiscence. La section du faisceau fibreux (pl. 2, fig. 10) n'est plus recourbée en croissant et les fibres de la partie centrale ne sont pas à parois plus épaisses que celles des bords; aussi l'enroulement du filet se produit-il dans un plan. Les faisceaux fibreux s'arrêtent à une certaine distance du sommet du bec et sont reliés à cette partie supérieure par un faisceau libéro-ligneux qui suit leur face externe; ce qui explique pourquoi les filets restent fixés à la partie supérieure du bec. Il est bon de remarquer que l'épaisseur des parois des fibres du filet ne va pas en diminuant régulièrement de l'extérieur à l'intérieur; le minimum d'épaisseur est atteint à une faible distance de la face interne, mais en somme les fibres de la moitié externe sont notablement plus épaisses que celles de la moitié interne.

Chez l'*Erodium*, où les valves ne restent pas adhérentes à

l'axe après s'être recourbées, les carpelles restent indéhiscents, la dissémination des graines étant assurée par la chute des coques. Mais chez le *Geranium*, chaque carpelle restant fixé au placenta s'ouvre, comme je l'ai dit, par une fente ventrale. La partie lignifiée qui forme le revêtement interne de chaque loge est interrompue sur la face ventrale ; elle se compose de deux couches de fibres formées chacune d'une ou plusieurs assises. La couche externe est formée de fibres verticales et l'interne de fibres horizontales. La contraction dans une section transversale est donc plus forte dans la partie externe que dans la partie interne, les parois se recourbent donc vers l'extérieur en se séparant sur la face ventrale, séparation qui est déjà faite en général par le seul fait que le carpelle s'est détaché du placenta.

VIOLARIÉES.

Viola tricolor. — Le fruit est une capsule à une seule loge, à trois placentas pariétaux; la déhiscence s'effectue par trois fentes qui suivent les nervures médianes des carpelles. Les bords de chaque valve se recourbent d'abord légèrement en dehors pour produire ces fentes; puis, les valves pivotent autour de leur base de façon à ce que le fruit présente à peu près l'aspect d'une étoile à trois branches; enfin elles se replient sur elles-mêmes autour de leur ligne médiane comme charnière, de manière à ce que les deux moitiés de leur face interne s'appliquent l'une contre l'autre. Les graines sont comprimées par ce mouvement des valves et lancées à une certaine distance.

Dans une section transversale on voit que les parois du fruit sont beaucoup plus épaisses vis-à-vis du placenta que dans les régions intermédiaires. Dans les endroits les plus épais, les parois se composent en allant de l'intérieur vers l'extérieur des parties suivantes (pl. 3, fig. 8) : 1° une couche de cellules non lignifiées renfermant des faisceaux libéro-ligneux en relation avec le funicule des graines ; 2° deux ou trois assises

de cellules lignifiées à parois épaisses et ponctuées, dont la disposition radiale rappelle celle du tissu en palissade des feuilles; 3° une ou deux assises de cellules lignifiées à parois épaisses, allongées dans une section transversale perpendiculairement aux précédentes; 4° une couche de parenchyme mou, limitée par l'épiderme externe.

Si l'on s'éloigne du placenta, on voit l'épaisseur des parois diminuer; la couche molle interne disparaît peu à peu et les autres parties se modifient de la façon suivante : les cellules radiales s'infléchissent, surtout dans la partie externe, de façon à devenir tangentielles, elles se mêlent même vers l'intérieur à quelques fibres verticales. Tout près de la ligne de déhiscence (pl. 3, fig. 9), la couche lignifiée est réduite à deux ou trois assises de cellules; l'épiderme interne est alors formé de fibres parallèles à la section transversale et il est surmonté d'une ou deux assises de fibres perpendiculaires à cette direction; le long des lignes de déhiscence, se trouve un petit faisceau de fibres toutes verticales. La couche de parenchyme mou externe va s'amincissant à mesure qu'elle s'éloigne du placenta.

Par la dessiccation, la couche de fibres croisées qui se trouve vers la partie médiane du carpelle se contracte inégalement sur ces deux faces, et, par un mécanisme déjà décrit, se recourbe vers l'extérieur; mais ce mouvement est très faible.

Le mouvement de reploiement des valves sur elles-mêmes a son siège dans la partie lignifiée du placenta. Si on considère en effet la contraction parallèlement à une tangente à la section transversale, on verra que cette contraction doit être plus grande sur la face interne, formée de cellules radiales ou de fibres verticales, que sur la face externe qui renferme surtout des fibres parallèles à la tangente. Les valves doivent donc se replier sur elles-mêmes vers l'intérieur et elles le font avec assez de force pour expulser violemment les graines.

M. Steinbrinck (1) attribue ce mouvement à l'inégale contraction de la partie molle du placenta et de l'ensemble de la

(1 *Loc. cit.*, p. 19-20.

partie lignifiée. Il se fonde sur l'expérience suivante : si on fait ouvrir dans l'eau une valve déjà repliée, puis qu'on enlève la partie molle du placenta, on voit que la valve ne se referme pas ; la présence de la partie molle interne semble donc avoir une certaine importance.

Il est facile de montrer que cette conclusion est due à un vice de méthode dans l'expérimentation. Si en effet dans l'expérience que je viens de citer on n'enlève pas la partie molle du placenta, les valves ne s'en referment pas davantage ; on peut donc dire que si la contraction de ce parenchyme a pu faire replier la valve une fois, elle ne peut pas la faire replier une seconde fois. De plus, si au lieu d'opérer sur des fruits desséchés depuis longtemps, qui peuvent avoir perdu de leur élasticité, on prend des fruits frais, ce qui rapprochera l'expérience des conditions réalisées dans la nature, on voit que les valves se replient également, qu'elles soient ou non privées de la partie molle du placenta ; on peut même observer que les valves intactes se replient moins vite, la dessiccation étant plus lente. La conclusion de ces expériences est que la partie molle du placenta n'a aucune influence sur le reploiement des valves.

Il reste à expliquer pourquoi les valves fermées depuis longtemps peuvent s'ouvrir mais ne se referment plus. Remarquons d'abord que si on opère sur une capsule qui n'est pas arrivée à complète maturité, les mouvements des valves peuvent se répéter pendant plus longtemps et qu'on peut y constater l'inutilité de la partie molle du placenta. Il faut admettre que les capsules mûries et desséchées depuis un assez long temps ont éprouvé dans leur constitution un changement qui leur a fait perdre leur élasticité première. Mais ce fait exceptionnel n'intéresse que l'étude générale de la contraction des tissus sous l'influence de la dessiccation, et non le mécanisme de la déhiscence elle-même qui, on l'a vu, se produit dans la nature suivant les règles ordinaires.

Il reste maintenant à expliquer le troisième mouvement, celui par lequel les valves pivotent autour de leur base. Si on

examine la structure de la partie inférieure des valves, on voit que la partie ligneuse s'y interrompt brusquement et se continue par du parenchyme mou en relation avec celui du pédoncule. La partie externe de ce parenchyme est formée de cellules isodiamétriques et la partie interne contient beaucoup de fibres allongées verticalement et des faisceaux libéro-ligneux. C'est à l'inégale contraction de ces éléments de forme différente qu'est dû le mouvement de rotation des valves autour de leur base; on peut s'assurer que la contraction des parties dures ne contribue pas à ce mouvement, en cherchant à rapprocher les trois valves d'une capsule déjà ouverte; on peut le faire sans rencontrer la résistance qui indiquerait la rupture ou la déformation d'une partie ligneuse.

MALVACÉES.

Le fruit des Malvacées est une capsule renfermant un nombre variable de loges; la dissémination des graines se produit tantôt par déhiscence du fruit, tantôt par sa division en fragments monospermes indéhiscents.

Malva. — La Mauve est dans ce dernier cas; le fruit est une capsule aplatie, comprenant un grand nombre de loges monospermes (pl. 3, fig. 13). Le revêtement interne de chaque loge est formé par du tissu lignifié, entouré de tous les côtés par du parenchyme mou (pl. 3, fig. 14). Les enveloppes ligneuses des loges sont indépendantes les unes des autres et indépendantes aussi de la partie lignifiée de l'axe du fruit. La cloison qui sépare deux loges est donc formée de trois parties : deux couches ligneuses séparées par du parenchyme mou. Au milieu de cette partie molle et aussi vers l'intérieur de l'enveloppe ligneuse de chaque loge, on voit des cellules à parois très transparentes, renfermant des cristaux sphéroïdaux d'oxalate de chaux et qui se dissocient au moment de la maturité. Les enveloppes ligneuses des loges ne sont donc plus alors réunies entre elles que par l'épiderme externe qui se brise très facilement, mettant ainsi en liberté autant de frag-

ments de fruits comparables à des akènes qu'il y avait de loges dans l'ovaire.

L'*Althæa* et le *Lavatera* présentent dans la division de leur fruit des phénomènes analogues.

Hibiscus. — Le fruit est une capsule à cinq loges, à déhiscence loculicide ; chaque valve porte en son milieu une cloison et la partie correspondante du placenta (pl. 3, fig. 10).

L'épiderme interne, autant sur la cloison que sur la paroi externe des loges, est formé de fibres lignifiées, parallèles à une section transversale, qui subissent une interruption le long des nervures médianes de chaque carpelle. Le reste du péricarpe est formé de parenchyme cellulaire plus ou moins consistant. L'axe du fruit renferme cinq faisceaux fibreux verticaux alternes avec les loges, et par conséquent opposés aux cloisons.

Au moment de la dessiccation, ces faisceaux se contractent moins que les parois du fruit qui ne renferment pas d'éléments ligneux verticaux. Comme chaque faisceau est étroitement lié à la cloison correspondante, il en résulte que chaque valve, après s'être séparée de ses voisines suivant les lignes de plus faible résistance, se recourbera vers l'extérieur, portant un des faisceaux de l'axe sur sa face convexe.

Le mécanisme de cette déhiscence est comparable à celui que j'ai décrit chez le fruit du *Sida*. Les différences principales consistent en ce que, chez le *Sida*, les faisceaux de la suture ventrale sont isolés au lieu d'être réunis en un axe central, et que les parois de deux carpelles voisins sont indépendantes dans leur partie lignifiée et à peine soudées par du parenchyme mou.

La déhiscence de la capsule du Coton se produit aussi d'une façon analogue, mais avec une complication de plus. Les valves, une fois séparées les unes des autres, replient leurs deux bords vers l'extérieur (pl. 3, fig. 15). Cela tient à ce que la partie ligneuse des parois se compose non seulement de l'épiderme interne, mais encore de petits faisceaux de cellules lignifiées allongées radialement qui vont d'un épiderme à l'autre. Parallèlement à une section transversale, la partie

interne, formée de fibres transversales, se contractera donc moins que la partie externe, qui ne renferme que des cellules radiales ou du parenchyme mou ; les bords des valves devront donc se recourber vers l'extérieur. Dans la capsule du Coton, l'écartement des valves est plus grand que dans celle de l'*Hibiscus* et les faisceaux de l'axe sont très sinueux, à cause de la grande différence de contraction qui existe entre eux et les parois du fruit.

RUTACÉES.

Ruta graveolens. — Le fruit est une capsule formée de quatre carpelles réunis dans leur partie inférieure et libres dans leur partie supérieure. Chacun d'eux s'ouvre dans sa partie libre par une fente ventrale dont les bords se recourbent vers l'extérieur (pl. 3, fig. 16).

Le péricarpe se compose d'une couche lignifiée interne et d'une couche externe de parenchyme mou (pl. 3, fig. 17). Dans la portion déhiscente la couche ligneuse peut se décomposer en deux parties, la moitié interne est formée de fibres perpendiculaires à la ligne de déhiscence, et la moitié externe de fibres verticales. C'est évidemment à cette disposition croisée des fibres qu'il faut attribuer le recourbement des valves. D'ailleurs la formation des fentes est facilitée par ce fait que, le long de la ligne de déhiscence, la couche ligneuse est interrompue ou formée seulement d'une assise de cellules peu cohérentes entre elles.

On peut vérifier que dans la portion inférieure du fruit, qui reste indéhiscente, la structure de la partie ligneuse change complètement, elle renferme des fibres dont l'orientation est quelconque et qui ne se divisent pas en deux couches distinctes.

CÉLASTRINÉES.

Evonymus japonicus. — Le fruit est une capsule à quatre loges s'ouvrant suivant la nervure médiane par une fente qui laisse voir les graines avec leur enveloppe charnue.

Les parois du péricarpe se composent d'une couche externe de parenchyme mou recouvrant une couche ligneuse formée de fibres dont l'orientation est quelconque et qui s'interrompt le long des lignes de déhiscence. Rien dans la structure de ce fruit ne fait prévoir une déhiscence spontanée du péricarpe. Aussi est-ce la graine qui, en augmentant de volume plus rapidement que la loge, ne peut plus, à un moment donné, être contenue dans cette loge qu'elle brise suivant les lignes de moindre résistance. On peut se convaincre du rôle passif du péricarpe en essayant de rapprocher, après la déhiscence, les deux bords de la fente par-dessus la graine ; on ne peut y arriver.

La capsule du Fusain doit donc occuper une place à part parmi les fruits déhiscents ; elle s'ouvre avant le complet développement des graines, par suite de l'effort qu'exercent ces dernières sur le péricarpe, en augmentant de volume.

PAPILIONACÉES.

Le fruit des Papilionacées est une gousse, c'est-à-dire un fruit unicarpellaire qui s'ouvre par deux fentes, une suivant la nervure médiane et l'autre suivant la suture ventrale. Après la déhiscence, chaque valve s'enroule sur elle-même de façon à figurer une sorte de ruban spiral. Il y a cependant des gousses qui restent indéhiscentes ou se séparent en articles monospermes indéhiscents ; telles sont celles des genres *Trifolium*, *Hedysarum*, *Hippocrepis*, etc.

La structure de la gousse du *Vicia Orobus* a été étudiée avec soin par M. Kraus, mais pour expliquer le mécanisme de la déhiscence, il est préférable de prendre un autre exemple : le *Spartium junceum* ou le *Genista tinctoria*.

Presque toujours les parois des valves présentent deux couches bien distinctes (pl. 4, fig. 2) : une couche externe formée de parenchyme mou et limitée vers l'extérieur par l'épiderme formé de cellules allongées dans une direction qui fait avec l'axe de la gousse un angle d'environ 40 degrés.

Les parois des cellules épidermiques sont fortement épaissies, surtout vers l'extérieur, et atteignent une consistance comparable à celle du bois. Chez le *Genista tinctoria* (pl. 4, fig. 9), ces cellules ne sont pas lignifiées, mais chez le *Spartium junceum*, elles jaunissent si on les traite par le sulfate d'aniline, et prennent dans de l'eau fuchsinée une teinte rouge foncée un peu différente de celle que prennent les fibres ligneuses dans les mêmes conditions; ces cellules ont donc subi une sorte de lignification.

Chez le *Genista* la partie lignifiée peut se diviser en deux couches superposées. La couche externe est formée de cellules à parois excessivement dures et épaisses (pl. 4, fig. 8), quelquefois même leur cavité interne disparaît complètement. Ces cellules, à peu près isodiamétriques chez le *Genista tinctoria*, sont un peu allongées perpendiculairement à l'axe du fruit chez le *Spartium junceum*. Dans tous les cas, elles présentent des ponctuations profondes qui traversent toute l'épaisseur des parois. La partie interne se compose de fibres à peu près perpendiculaires aux cellules de l'épiderme externe, et d'autant plus minces et allongées qu'elles se rapprochent plus de l'intérieur. L'épiderme interne lui-même, et quelquefois aussi plusieurs assises sous-jacentes, sont formés de cellules non lignifiées à parois minces et molles, qui ont en général disparu sur une gousse desséchée.

Près des lignes de déhiscence, la structure change (pl. 4, fig. 1), la couche ligneuse s'interrompt pour faire place à des faisceaux libéro-ligneux parallèles aux lignes de suture et doublés extérieurement d'un faisceau de fibres lignifiées, séparé en deux parties par quelques assises de cellules molles. C'est entre ces deux faisceaux, dans ces assises de cellules molles, que la rupture doit se faire.

A l'approche de la maturité, on voit se produire une différenciation remarquable de certaines cellules (pl. 4, fig. 7). Les parois externes des cellules épidermiques, situées vis-à-vis de cette espèce de pertuis qui sépare les deux faisceaux fibreux, s'épaississent et se lignifient très rapidement, tandis que les

parois internes et une partie des parois latérales semblent plutôt diminuer d'épaisseur. Cette modification s'étend souvent, notamment chez le *Spartium*, aux assises sous-épidermiques jusqu'aux faisceaux fibreux qui se trouvent ainsi réunis par une sorte de pont lignifié.

Voyons maintenant comment, avec ces données anatomiques, on peut expliquer le déhiscence du *Spartium junceum*, par exemple. On sait que la séparation des valves ne se produit que lorsque la dessiccation des tissus est complète, et qu'alors elle s'effectue avec une petite explosion qui projette les graines à une certaine distance. Cela est dû à l'existence du fermoir ligneux qui réunit les deux valves et les empêche de se séparer tant que la tension développée par la dessiccation n'a pas atteint une certaine intensité. Souvent la tension n'est pas assez forte pour briser le fermoir et la gousse reste fermée, il suffit alors en général d'un léger effort pour provoquer la déhiscence avec explosion.

Les valves, une fois séparées l'une de l'autre, s'enroulent sur elles-mêmes de façon à présenter la forme d'un ruban spiral (pl. 4, fig. 4) qui s'enroulerait autour d'un cylindre, l'épiderme externe étant sur la face extérieure du ruban. On doit remarquer une autre courbure de la valve bien moins prononcée que la première ; l'épiderme externe se trouve en effet sur la face concave d'une dépression dont la direction est perpendiculaire à celle de la courbure principale, comme on peut le voir aux points *a*, *a*.

On peut expliquer l'enroulement en spirale par la disposition croisée des fibres de la partie interne et des cellules plus ou moins lignifiées de l'épiderme extérieur : si en effet on considère la contraction suivant la ligne *ab* (pl. 4, fig. 3) parallèle aux cellules de l'épiderme externe, on trouvera que cette contraction sera maxima pour les fibres internes et minima pour les cellules de l'épiderme. Il devra donc se produire un enroulement de la valve tel que les cellules de l'épiderme soient parallèles aux lignes de plus grande courbure, ce qui donnera lieu à un enroulement en spirale.

La différence de structure entre les deux parties de la couche ligneuse contribue aussi à la production de ce mouvement; car suivant la ligne *cd* (pl. 4, fig. 3), parallèle aux fibres de la partie interne, la moitié externe de la couche ligneuse se contractera plus que la moitié interne formée de fibres plus allongées, ce qui contribuera à donner à ces dernières la forme rectiligne qu'elles ont après la déhiscence. Nous verrons d'ailleurs plus tard, avec plus de détails, l'influence de cette différence de structure.

Pour voir quelle part revient à l'action de l'épiderme externe dans l'enroulement en spirale, il suffit d'enlever cet épiderme et de voir ce que devient la valve. Dans ces conditions, au lieu de s'enrouler autour d'un cylindre, la valve se tord autour de sa ligne médiane de façon à prendre la forme d'un escalier spiral (pl. 4, fig. 6). Les deux faces ont alors des positions semblables par rapport à l'axe de la spirale, et l'on ne peut pas dire que l'une soit extérieure plutôt que l'autre. L'épiderme extérieur avait donc une influence, puisqu'en le supprimant, l'enroulement de la valve a complètement changé de forme. Il reste maintenant à trouver la cause de cette apparence d'escalier spiral que présente la valve lorsqu'on a enlevé l'épiderme externe. Remarquons que les faisceaux fibreux qui se trouvent le long des sutures de la gousse sont restés adhérents aux bords des valves, et que, suivant l'axe du fruit, ils doivent se contracter moins que toutes les autres parties de la valve formées de fibres obliques; les faisceaux, devenant ainsi plus longs que la valve à laquelle ils sont fixés, sont obligés de se recourber pour suivre la contraction de cette valve et lui impriment la forme qui a été décrite. Il est en effet facile de concevoir que si, dans un rectangle d'abord plan, deux bords parallèles se contractent moins que les parties intermédiaires, la forme plane ne pourra subsister et fera place à une surface analogue à celle d'un escalier spiral.

Ce rôle des faisceaux marginaux est facile à vérifier. Sur une valve qui en a été dépouillée, mais qui conserve son épiderme externe, l'enroulement se fait exactement sur un cy-

lindre, et l'on ne remarque plus la courbure secondaire que j'ai signalée sur une valve intacte (pl. 4, fig. 5). D'après les explications qui viennent d'être données sur le rôle des faisceaux marginaux et de l'épiderme externe, on conçoit comment le mouvement qui se produit sur une valve intacte est la résultante des mouvements qui se produisent séparément sur deux valves, dont l'une a été privée des faisceaux marginaux et l'autre de l'épiderme externe. L'enroulement sur un cylindre en se combinant à l'enroulement en escalier spiral produit la forme assez complexe qu'affecte une valve à l'état naturel.

Les fruits des autres Papilionacées se comportent d'une façon analogue ; il y a cependant quelques différences à signaler. En général, la couche lignifiée n'est pas nettement divisée en deux parties, sans cependant être absolument homogène ; ainsi chez le *Pisum sativum* (pl. 5, fig. 1) les fibres les plus externes sont plus courtes et à parois plus épaisses que celles de la région interne tout en leur restant parallèles, il en est de même chez l'*Ulex europæus* et un grand nombre d'autres espèces. On conçoit donc que dans le sens de la longueur des fibres, la partie externe de la couche lignifiée se contractera plus que la partie interne et, par conséquent, les fibres qui, avant tout mouvement de la valve étaient recourbées vers l'intérieur, se redresseront. On peut d'ailleurs constater que, sur une valve enroulée, les fibres sont toujours rectilignes et parallèles aux génératrices du cylindre sur lequel s'enroule la valve. Étant donnée la forme en nacelle d'une valve non encore enroulée, ce redressement des fibres suivant une direction inclinée sur l'axe ne peut avoir lieu sans un enroulement en spirale de la valve ; ce mouvement s'ajoute à celui produit par la disposition croisée des fibres ligneuses et des cellules de l'épiderme pour donner la forme définitive d'une valve.

Il est facile de reconnaître la part qui revient à ces deux causes différentes dans la déhiscence de la gousse ; il suffit de laisser dessécher dans les mêmes conditions deux valves dont l'une est intacte et l'autre dépouillée de l'épiderme extérieur.

La valve mutilée s'enroule d'abord beaucoup plus vite que l'autre, mais elle s'arrête bientôt, tandis que l'autre continue et finit par acquérir un enroulement qni comprend un plus grand nombre de tours. La rapidité de l'enroulement de la première valve est due à ce que la suppression de l'épiderme accélère l'évaporation. Cette expérience réussit surtout sur des fruits de *Lathyrus* ou de *Vicia* (pl. 5, fig. 2 et 3). On obtient alors, pour la valve intacte, un nombre de tours à peu près une fois et demie aussi grand que pour la valve mutilée.

L'enroulement des valves est donc dû à deux causes distinctes : 1° disposition croisée des fibres ligneuses et des cellules de l'épiderme ; 2° structure de la partie ligneuse. On conçoit que l'importance relative de ces deux causes puisse varier suivant les espèces que l'on considère. C'est peut-être la considération trop exclusive des cas extrêmes qui a conduit M. Steinbrinck (1) à conclure que l'enroulement était dû uniquement à la première cause, et M. Hildebrand à croire qu'il était seulement dû à la couche ligneuse (2).

Chez toutes les espèces que j'ai examinées, excepté chez le *Spartium junceum*, les faisceaux fibreux marginaux sont sans influence sur la forme de la valve, probablement parce qu'ils sont beaucoup plus faibles par rapport aux valves que dans cette dernière espèce. Si, sur une gousse de *Lathyrus* ou de *Vicia*, on enlève ces faisceaux, on ne remarque aucune modification dans l'enroulement de la valve. On doit aussi observer qu'il ne se produit pas sur ces fruits ouverts naturellement la courbure secondaire qui, chez le *Spartium*, vient s'ajouter à l'enroulement autour d'un cylindre.

Quelquefois le nombre des tours de spires exécutés par une valve est assez grand pour que le bord inférieur de la valve sur un tour de spire arrive au contact du bord supérieur du tour de spire immédiatement inférieur. La valve forme alors un cylindre complet qui n'est ouvert qu'à ses deux extrémités. Mais, quel que soit l'enroulement, on peut toujours constater

(1) *Loc. cit.*, p. 17.
(2) *Loc. cit.*, p. 250.

que les fibres de la partie lignifiée sont parallèles à l'axe du cylindre, comme cela doit être d'après les explications données.

Certaines Papilionacées ont des fruits indéhiscents ; nous allons voir de quelle manière la dissémination des graines est assurée chez ces espèces.

Considérons d'abord la Luzerne, dont le fruit est regardé comme déhiscent chez certaines espèces (*Medicago sativa*), et comme indéhiscent chez d'autres (*M. maculata*).

La gousse du *Medicago maculata* a, comme on sait, la forme d'un escalier spiral très surbaissé dont le bord placentaire occuperait l'axe. Si l'on fait une section transversale (pl. 5, fig. 7), c'est-à-dire perpendiculaire à la nervure médiane, on voit que la couche lignifiée est réduite à une ou deux assises de fibres au contact de l'épiderme interne; ces fibres parallèles à la nervure médiane n'offrent donc pas la disposition inclinée qu'elles affectent chez les autres gousses. De plus, les cellules de l'épiderme externe sont peu ou pas allongées perpendiculairement à ces fibres. On voit donc que, dans la structure des valves, la presque totalité des causes de la déhiscence est supprimée. On peut faire la même remarque sur la structure des bords de la gousse. Le bord extérieur correspondant à la nervure médiane présente des fibres lignifiées comme chez les autres genres, mais ces fibres sont réunies en un seul faisceau et constituent ainsi une sorte de fermoir très résistant. Il va sans dire que le fermoir que j'ai décrit chez les autres Papilionacées, devenant ici complètement inutile, ne se forme pas. Sur le bord placentaire, les fibres ligneuses sont divisées en deux faisceaux, mais l'enroulement en spirale est trop fort dans cette région pour permettre la déhiscence. Il est donc bien vrai de dire que la gousse du *M. maculata* est un fruit indéhiscent.

Peut-on en dire autant du *M. sativa?* La gousse de cette espèce est moins enroulée et le bord placentaire n'est plus complètement caché au centre de la spirale; mais c'est là un détail de peu d'importance, et la structure interne n'en est

pas moins tout à fait la même que chez l'espèce précédente. Il arrive cependant très souvent qu'après la maturité la nervure médiane se détache du reste du fruit qui se trouve ainsi ouvert. Cette séparation n'est pas le résultat d'une tension développée dans les tissus, mais simplement de la désagrégation, sous une influence quelconque, du parenchyme mou qui relie le filet fibreux de la nervure médiane à la partie ligneuse des valves. Il arrive d'ailleurs très souvent que le filet ne se sépare pas et que le fruit reste fermé; on peut même dire que c'est le cas normal. C'est pour cela qu'on est obligé, pour extraire les graines de luzerne de leur enveloppe, de soumettre les gousses à une opération spéciale connue sous le nom de *trituration des graines de Luzerne.*

Il résulte de cet examen que, dans tous les cas, le fruit de la Luzerne doit être regardé comme indéhiscent. L'ouverture des graines de quelques espèces est plutôt une destruction de certains tissus par les agents extérieurs qu'une déhiscence spontanée du péricarpe sous l'action de la dessiccation.

Chez les Papilionacées à fruits tout à fait indéhiscents, la structure de la gousse s'éloigne encore plus du type normal. Si, par exemple, on fait une coupe transversale dans la gousse d'un *Trigonella* (pl. 5, fig. 8), on voit que la partie ligneuse se compose de deux cercles concentriques de faisceaux fibreux isolés; le premier cercle est situé dans la partie interne du péricarpe; les faisceaux du second cercle, alternes avec ceux du premier, suivent la face externe des faisceaux libéro-ligneux. Ces fibres jouent simplement le rôle de soutien et ne peuvent en aucune façon être utilisées pour une déhiscence quelconque.

En général, les gousses indéhiscentes se séparent en articles monospermes; la couche ligneuse subit alors certaines modifications ou même une interruption complète le long des lignes de séparation des articles.

Étudions, par exemple, la gousse de l'*Hippocrepis ciliata*; elle a la forme d'un arc de cercle dont le bord convexe présente des ondulations très prononcées (pl. 5, fig. 5). C'est au

milieu de chacune des parties plus larges que se fait la séparation des articles dont chacun a ainsi une forme qui rappelle plus ou moins celle d'un fer à cheval.

La partie ligneuse des parois se compose de fibres qui, parallèles à l'axe du fruit sur le bord régulier, suivent les ondulations du bord irrégulier et s'interrompent en atteignant les lignes de séparation des articles (pl. 5, fig. 6). Le parenchyme mou ne présente dans cette région aucune modification (pl. 5, fig. 4) ; mais sa consistance est faible, il devient cassant en se desséchant et se rompt sous le moindre effort, mettant ainsi en liberté deux articles voisins qu'il réunissait seul. Avant la maturité, les parties fibreuses de deux articles consécutifs sont attachées par des cellules qui ne se lignifient pas toutes et qu'on ne retrouve plus au moment de la déhiscence.

Chaque article du fruit de l'*Hippocrepis* ne renferme en général qu'une graine située dans un des côtés du fer à cheval, mais c'est par avortement de l'ovule qui se trouvait dans l'autre côté. Normalement, chaque article devrait contenir deux graines.

Dans le genre *Hedysarum*, la gousse se sépare en articles d'une façon tout à fait comparable. Chez l'*Hedysarum saxatile*, où les articles d'une forme arrondie semblent seulement être tangents l'un à l'autre, les fibres de la partie ligneuse s'interrompent au point de contact de deux articles qui, n'étant réunis que par du parenchyme peu résistant, se séparent facilement.

Chez le Trèfle et le Sainfoin, le fruit ne renferme qu'une seule graine et reste indéhiscent.

On voit d'après ce qui précède que l'aspect du fruit mûr est très variable dans la famille des Papilionacées. L'ovaire, au contraire, a toujours la même structure, mais les cellules qui le composent, en se différenciant d'une façon très différente suivant les genres, entraînent une grande diversité dans la forme et la déhiscence du fruit mûr. L'étude de cette famille montre donc combien les caractères tirés du fruit mûr varient facilement et par conséquent présentent un bien moindre

intérêt que ceux de l'ovaire qui sont presque toujours constants dans une même famille naturelle.

OMBELLIFÈRES.

Le fruit est un diakène se séparant, en général, à la maturité en deux akènes qui restent reliés au pédoncule floral par deux faisceaux fibreux.

Scandix Pecten Veneris. — Au moment de la floraison, l'ovaire comprend deux loges, la paroi externe de chaque loge porte cinq nervures et la cloison en renferme deux situées dans le plan de séparation des carpelles. Après la fécondation, la partie supérieure de l'ovaire s'allonge très rapidement, la zone où se produit cet accroissement est située au-dessous de l'insertion du funicule qui par conséquent subit un allongement égal à celui du bec. Il est intéressant de remarquer que le développement de l'involucre est corrélatif de celui du bec. Avant la fécondation, l'involucre se compose de cinq petites folioles simples; si la fécondation d'au moins une fleur de l'ombelle a lieu, et seulement dans ce cas, ces folioles se développent et se ramifient un certain nombre de fois.

Étudions maintenant la structure du fruit mûr. Les dix nervures sont doublées intérieurement par autant de faisceaux fibreux lignifiés, les fibres externes étant à parois plus épaisses que celles de la partie interne. Les deux faisceaux de la cloison réunis par des cellules lignifiées constituent le carpophore; le parenchyme mou qui les entoure se dissocie de bonne heure, de sorte que, dans une section transversale, les deux carpelles ne sont plus réunis que par l'épiderme externe.

A la partie supérieure des loges, les cinq faisceaux fibreux de chaque carpelle se réunissent en un faisceau unique qui a à peu près la forme et la structure d'un des cinq faisceaux du bec de l'*Erodium*, avec cette différence que la concavité de la section se trouve, chez le *Scandix*, tournée vers l'intérieur (pl. 5, fig. 10). En même temps, les cinq faisceaux libéro-ligneux correspondants se dédoublent; les dix faisceaux ainsi

formés restent accolés à la face externe des faisceaux fibreux ; mais bientôt les deux extrêmes se déplacent et viennent se ranger sur la face interne du massif fibreux, à ce moment leur position est donc inverse, le liber est à la face interne du bois.

D'autre part, vers le quart supérieur du bec, les deux faisceaux du carpophore se dédoublent (pl. 5, fig. 10, 11, 12 et 13) et les quatre faisceaux ainsi formés se soudent deux à deux de façon que les deux parties, provenant de deux faisceaux différents et situées du même côté du plan de séparation des carpelles, se trouvent réunies. Le carpophore se compose donc encore de deux faisceaux, situés maintenant de part et d'autre du plan de séparation des carpelles. Au sommet du bec, les faisceaux libéro-ligneux du carpophore et ceux qui sont situés sur la face interne des faisceaux fibreux se réunissent pour donner naissance au faisceau du funicule qui redescend dans la cavité du carpelle. Ce fait est une raison de plus pour admettre que le carpophore est un organe foliaire et non axile ; il serait, en effet, bien anormal de voir les faisceaux de l'axe se réunir à ceux d'un carpelle pour former le funicule.

Lorsque le fruit se dessèche, les deux faisceaux fibreux du bec se séparent par leur base et se recourbent vers l'extérieur entraînant avec eux le carpelle correspondant (pl. 5, fig. 9). La courbure du faisceau ne s'effectue pas dans un plan, mais légèrement en spirale ; on peut expliquer ce mouvement de la même façon que chez l'*Erodium*, grâce à la plus grande épaisseur des parois des fibres externes. Chaque partie du fruit reste reliée par son sommet au carpophore qui, divisé en deux parties dans le quart supérieur, reste indivis sur le reste de son étendue où les deux faisceaux qui le composent sont situés dans le plan de séparation des valves. Pour se séparer du pédoncule, les carpelles ont une faible résistance à vaincre ; les fibres ligneuses s'interrompent en effet vers la partie inférieure des valves qui ne renferme plus que des faisceaux libéro-ligneux très faibles et du parenchyme mou peu résistant.

L'étude du fruit du *Scandix* explique les différences qu'on remarque dans la déhiscence des autres Ombellifères. Lorsque, dès la base du fruit, le carpophore se trouve divisé en deux faisceaux situés de part et d'autre du plan de séparation des carpelles et non réunis par des éléments lignifiés, en ce cas, après la déhiscence le carpophore se trouve divisé dans toute son étendue. Si au contraire ces conditions ne se trouvent réalisées qu'au sommet du bec, le carpophore reste indivis, comme chez le *Caucalis*, par exemple.

Pastinaca sativa. — Dans la plupart des cas, le mécanisme de la séparation des akènes est différent de celui que je viens de décrire chez le *Scandix*. Chez le Panais et un bon nombre d'autres genres, chaque loge est entourée par une couche ligneuse continue indépendante de celle qui entoure l'autre loge. Cette couche, située (pl. 5, fig. 14) dans la partie interne du péricarpe, est formée de deux ou trois assises de fibres transversales qui le plus souvent semblent formées de files de cellules dont les parois verticales ont disparu. Sur les bords de l'akène, qui est aplati dans le sens de la cloison, ces fibres deviennent verticales et forment un faisceau qui encadre le reste de la partie lignifiée. Lorsque le fruit se dessèche, les fibres transversales se contractent plus que le faisceau du cadre, dans le sens de l'axe du fruit; cette inégalité de contraction recourbera le faisceau marginal de chaque akène qui se séparera ainsi de son congénère. Comme chez le *Scandix*, la résistance est très faible, car la partie fibreuse des akènes n'est pas en relation avec celle du pédoncule. Dans le cas du Panais, le carpophore est divisé sur toute sa longueur.

Caucalis daucoïdes. — Dans cet exemple, la couche lignifiée est encore continue autour de chaque loge ; sur la paroi interne du carpelle elle est formée uniquement de fibres verticales; dans la partie extérieure et sur les côtés on rencontre en même temps des fibres horizontales vers la région interne du péricarpe.

Si donc on considère la contraction de la paroi externe parallèlement à la section transversale, on voit que c'est dans

la partie externe qu'elle sera la plus grande. Cette inégalité de contraction tendra donc à recourber vers l'extérieur les bords de chaque akène et à le séparer ainsi de son congénère. Les akènes se sépareront aussi par leurs extrémités, car la paroi interne composée uniquement de fibres verticales se contractera moins que la paroi externe qui contient des fibres horizontales.

CRASSULACÉES.

Chaque fleur renferme en général cinq carpelles à peu près indépendants les uns des autres, qui se transforment en follicules à parois peu résistantes et s'ouvrant par une fente verticale.

Les parois du fruit sont composées de parenchyme mou, la seule partie lignifiée consiste en deux faisceaux fibreux qui longent les bords des carpelles de part et d'autre de la ligne de déhiscence qui ne traverse elle-même que du parenchyme très peu résistant. Au moment de la maturité, les parois de chaque follicule se contractent beaucoup plus, dans le sens de l'axe du fruit, que ces faisceaux fibreux qui se séparent alors par un mécanisme tout à fait comparable à celui décrit à propos de l'Hellébore.

ROSACÉES.

Le fruit peut présenter dans cette famille des formes très différentes; il est rarement déhiscent comme chez la Spirée; ordinairement c'est une pomme, une drupe, une baie ou un akène

Spiræa ulmaria. — Chaque fleur de Spirée produit un certain nombre de follicules très petits qui s'ouvrent par une fente ventrale grâce à la disposition suivante des fibres qui composent la partie interne de leurs parois. Les fibres les plus intérieures sont parallèles à la section transversale du fruit, tandis que les plus extérieures sont dans une direction perpendiculaire; cette disposition croisée favorisera donc la courbure

vers l'extérieur des parois du fruit. De plus, les fibres transversales s'interrompent le long de la suture ventrale où les parois ne présentent qu'une faible résistance, ce qui favorise la déhiscence.

Quillaja Saponaria. — Le fruit de cette espèce est formé par cinq carpelles isolés qui se divisent en deux valves à partir du sommet par une fente qui suit à la fois la suture ventrale et la nervure médiane (pl. 5, fig. 15 et 16).

L'épiderme interne d'une valve (pl. 5, fig. 17) est formé de fibres lignifiées dont la direction, d'abord à peu près parallèle à l'axe du fruit le long de la nervure médiane, s'incurve ensuite peu à peu, puis se recourbe complètement et redescend parallèlement à la suture ventrale. La partie externe du péricarpe est formée de parenchyme non lignifié. La contraction des fibres épidermiques suivant l'axe du carpelle, sera minima sur le bord des valves où ces fibres sont verticales, puis elle augmentera avec l'inclinaison de ces fibres et deviendra maxima suivant le méridien du carpelle qui coupe les fibres à angle droit. Ce méridien correspond à la portion de chaque valve qui est la plus éloignée du plan médian du carpelle. Les parties éloignées de ce plan se contracteront donc plus que les parties qui en sont voisines, ainsi il se produira une traction qui séparera les valves et les écartera l'une de l'autre.

ŒNOTHÉRÉES.

Œnothera biennis. — Le fruit est une capsule à quatre loges s'ouvrant par quatre fentes alternes avec les cloisons. La région supérieure des valves est recourbée vers l'extérieur, tandis que la région inférieure et moyenne ne change pas sensiblement de forme.

Dans une section transversale faite dans la partie moyenne on voit que l'épiderme interne est formé de cellules non lignifiées, puis vient une couche de fibres ligneuses parallèles à la section ; vis-à-vis la cloison ces fibres deviennent verticales et

se continuent jusque dans le voisinage de l'axe même du fruit, de sorte que la cloison se trouve presque entièrement lignifiée. Le reste de la paroi se compose de parenchyme mou renfermant, le long des lignes de suture des carpelles, un fort faisceau de fibres verticales. On voit donc que les fibres transversales de la paroi se trouvent entre les fibres verticales de la cloison et celles du faisceau extérieur ; *à priori* la valve n'aura donc pas de raison pour se recourber d'un côté plutôt que de l'autre. Une autre cause qui empêche cette partie du fruit de se recourber, c'est la lignification des cloisons qui, étant perpendiculaires aux valves, en rendent les mouvements très difficiles. Si d'ailleurs on enlève cette cloison, on pourra constater que la valve se recourbe vers l'intérieur, car les fibres transversales de la portion interne de la paroi se contractent plus par la dessiccation que le faisceau fibreux extérieur.

Passons maintenant à l'examen de la partie supérieure des valves, et voyons quelles sont les modifications de structure qui lui permettent de se recourber vers l'extérieur. Les cloisons cessent d'être lignifiées et le faisceau fibreux situé dans la couche de parenchyme externe a presque complètement disparu. Le tissu ligneux se réduit donc, dans une section transversale, aux fibres de la partie interne du péricarpe qui sont verticales seulement près du point d'insertion de la cloison, dans la région de la valve qui est la plus rapprochée de l'axe du fruit. On conçoit donc que ces fibres se contracteront moins que les autres qui sont transversales, et que la partie considérée de la valve se recourbera vers l'extérieur.

Le long des lignes de déhiscence, les parois du péricarpe s'amincissent et le tissu ligneux de chaque valve va rejoindre l'épiderme externe un peu avant d'atteindre la nervure médiane du carpelle, sans se joindre à la partie correspondante des valves voisines. Les lignes de déhiscence ne renferment donc aucun élément lignifié et l'ouverture du fruit est facilitée d'autant.

Epilobium tetragonum. — La capsule des Épilobes est beaucoup plus allongée que celle des Œnothères, mais la structure

est à peu près la même. Il y a cependant à signaler quelques différences : chez l'*E. tetragonum*, par exemple, les cloisons ne sont plus lignifiées, et toutes les fibres des valves sont verticales. On peut expliquer la courbure des valves en remarquant que les fibres du faisceau isolé ont des parois sensiblement plus épaisses que celles de la partie interne du péricarpe, donc elles se contracteront davantage et les valves se recourberont vers l'extérieur.

On peut vérifier que le parenchyme mou situé à l'extérieur de la partie ligneuse n'est pas nécessaire à la déhiscence ; si on l'enlève en effet à une valve, cette valve ne s'en recourbe pas moins sous l'action de la dessiccation.

CAMPANULACÉES.

Le fruit est une capsule à trois loges surmontée par le calyce; la déhiscence s'effectue par trois pores situés vis-à-vis des cloisons à une distance de la base variable avec les espèces (pl. 6, fig. 3).

La structure du péricarpe est assez irrégulière, on peut le considérer comme formé de parenchyme mou contenant des fibres lignifiées disposées comme il suit : les parties médianes des carpelles renferment une couche de fibres verticales quelquefois divisée en trois faisceaux qui accompagnent la face externe d'autant de faisceaux libéro-ligneux, les fibres verticales de chaque carpelle sont quelquefois réunies à celles du carpelle voisin par des cellules lignifiées ou des fibres transversales formant une couche très mince.

Examinons maintenant la structure des cloisons : chez la *Campanula glomerata*, par exemple, elles renferment dans leur partie profonde un faisceau de cellules lignifiées réuni seulement à la partie ligneuse de l'axe du fruit par quelques assises de cellules à parois molles (pl. 6, fig. 2). Ce faisceau, attaché par son extrémité supérieure au squelette ligneux du fruit, en est indépendant sur son extrémité inférieure. En examinant sa structure on voit que, notamment dans la partie

inférieure, les cellules les plus rapprochées de l'axe du fruit sont allongées verticalement et à parois relativement minces, tandis que les autres, à parois beaucoup plus épaisses (pl. 6, fig. 1), sont de moins en moins allongées à mesure qu'elles s'éloignent de l'axe; leurs contours sont en même temps très irréguliers et deux cellules voisines s'engrènent à peu près comme les cellules de l'endoderme de certaines racines. Dans le voisinage de l'extrémité inférieure de ce faisceau, la cloison et les parois du fruit sont très minces et très peu résistantes.

Par la dessiccation, le faisceau se contractera donc plus dans sa partie externe que dans sa partie interne, il se recourbera vers l'extérieur par son extrémité libre et formera ainsi un pore en déchirant les tissus voisins. On voit que la place des pores dépend de la longueur de ce faisceau; ils sont toujours situés à la hauteur de son extrémité inférieure.

APOCYNÉES.

Le fruit de l'Apocyn est un follicule très allongé s'ouvrant par une fente verticale. Les parois se composent de deux couches : l'une, vers l'extérieur, est formée de parenchyme mou; l'autre, vers l'intérieur, de fibres lignifiées qui s'interrompent le long de la ligne de déhiscence. Les fibres les plus internes sont parallèles à une section transversale, tandis que s autres sont allongées dans une direction perpendiculaire. Il en résulte que la partie externe de la couche lignifiée se contractera plus que la partie interne, parallèlement à une section transversale, ce qui produira l'ouverture du follicule.

En France, où l'Apocyn ne croît pas spontanément, la déhiscence ne se produit généralement pas, parce que la force développée par la contraction des tissus n'est pas suffisante pour rompre le follicule même suivant la ligne de plus faible résistance. Mais si l'on opère cette rupture avec un couteau, on voit que les deux bords de la fente ainsi formée se recourberont vers l'extérieur, comme lorsque la déhiscence se produit naturellement.

OLÉACÉES.

Syringa vulgaris. — Le fruit du Lilas est une capsule à deux loges aplatie perpendiculairement à la cloison; la déhiscence est loculicide et les deux valves, en s'écartant l'une de l'autre, emportent chacune la moitié de la cloison.

La paroi interne d'une loge, formée par la moitié de la cloison, a la même structure que la paroi externe, c'est-à-dire qu'elle comprend une couche lignifiée recouverte par une couche de parenchyme mou. Dans la région voisine de la ligne de déhiscence, les fibres de la partie lignifiée sont verticales, mais en se rapprochant de la partie médiane des valves elles finissent par devenir tout à fait horizontales. Il faut remarquer que le plan de séparation des valves ne renferme pas d'éléments lignifiés.

D'après cette constitution du fruit du Lilas, on comprend que la contraction verticale sera bien plus faible dans le voisinage de la ligne de déhiscence que sur les bords de la capsule : de là la courbure des valves. M. Steinbrinck attribue avec raison la déhiscence de ce fruit à la structure de la partie ligneuse (1).

POLYGALÉES.

Le fruit du *Polygala vulgaris* a la forme d'une silicule de *Thlaspi*, c'est une capsule à deux loges, aplatie perpendiculairement à la cloison et bordée sur tout son pourtour par deux petites membranes situées de part et d'autre des nervures médianes qui coïncident avec les lignes de déhiscence.

Dans une section transversale, on voit que les parois du fruit sont formées uniquement de parenchyme de faible consistance; de part et d'autre de la ligne de déhiscence se trouvent deux faisceaux fibreux; entre ces deux faisceaux, les parois du fruit

(1) *Loc. cit.*, p. 26.

sont formées seulement de quelques assises de cellules présentant très peu d'adhérence entre elles.

On conçoit qu'au moment de la maturité les parois de la capsule formées uniquement de cellules se contracteront plus que les faisceaux fibreux. La tension ainsi développée, quelque faible qu'elle soit, sera suffisante pour produire la déhiscence. La cloison ne subit aucune modification.

SOLANÉES.

Le fruit des Solanées est loin de présenter la même forme dans tous les genres qui composent cette famille : ainsi celui du *Solanum* est une baie, celui de la Jusquiame une capsule qui s'ouvre par une fente transversale, et celui du Tabac une capsule à déhiscence septicide.

Datura Stramonium. — Le fruit de cette espèce, vulgairement appelé noix épineuse, est une grosse capsule couverte de piquants et comprenant deux loges divisées chacune en deux compartiments par une fausse cloison, au moins dans leur partie inférieure. Cette capsule s'ouvre par quatre fentes dirigées le long des nervures médianes et des lignes de suture des carpelles; les valves en se séparant laissent en place les placentas et les cloisons, la déhiscence est donc septifrage.

En étudiant la structure de cette capsule (pl. 6, fig. 5), on voit que, de part et d'autre de chaque ligne de déhiscence, se trouvent deux gros faisceaux fibreux qui émettent des ramifications dans les valves, ce sont les prolongements de ces ramifications qui, en se terminant dans les piquants, leur donnent leur rigidité. Les deux faisceaux qui longent ainsi une ligne de déhiscence se rejoignent à la base du fruit et ne sont séparés dans tout leur parcours que par du tissu non lignifié peu résistant. Les parois des valves sont formées par du tissu cellulaire qui renferme un réseau assez épais de faisceaux fibreux provenant en partie des faisceaux marginaux, comme nous l'avons vu, et en partie directement de la base du fruit. Dans la portion supérieure de la capsule, ces faisceaux ont une

orientation quelconque, mais dans la partie inférieure, les plus gros sont à peu près verticaux.

Lorsque les tissus se dessèchent, le milieu des valves, dont les éléments ont une orientation quelconque, se contracte plus que les bords formés de fibres verticales. Il se produira donc une tension comme nous en avons déjà rencontré bien des fois de semblables et dont le résultat sera de recourber les valves vers l'extérieur. La courbure est très faible dans la partie inférieure des valves parce que, dans cette région, la plupart des faisceaux sont verticaux.

Nicotiana rustica. — Le fruit est une capsule à deux loges, à déhiscence septicide. La structure du péricarpe se rapproche beaucoup de celle que nous observerons chez un grand nombre de Scrofularinées. A l'extérieur se trouve une couche de parenchyme mou et à l'intérieur une couche lignifiée qui s'interrompt suivant le plan de séparation des carpelles en se recourbant légèrement dans la cloison (pl. 6, fig. 4). La disposition et la forme des éléments de la partie ligneuse sont assez irrégulières et présentent plusieurs particularités que nous retrouverons isolées chez différents genres de la famille des Scrofularinées et dont chacune contribue pour une part à la déhiscence. Sur le bord d'un carpelle, les cellules sont allongées verticalement, tandis qu'elles sont plutôt horizontales dans les autres parties; c'est là une raison pour que les valves se contractent plus en leur milieu que sur leurs bords et par conséquent pour qu'elles s'écartent l'une de l'autre. Nous verrons que c'est là le mécanisme de la déhiscence du fruit de la Scrofulaire. En second lieu, les cellules externes de la couche ligneuse sont moins allongées horizontalement et à parois plus épaisses que celles de la partie interne; donc la partie externe se contractera davantage transversalement, ce qui tendra à recourber les bords de chaque carpelle vers l'extérieur et favorisera par conséquent la séparation des valves.

On peut quelquefois observer sur une capsule de Tabac desséchée que chaque valve est divisée vers son sommet en deux parties. La production de cette déhiscence secondaire tient à

la disposition suivante des cellules de la partie ligneuse. Le long de la nervure médiane du carpelle, surtout dans la partie supérieure, les cellules ligneuses sont allongées verticalement au lieu de l'être transversalement comme dans les parties voisines. Il en résulte que la partie médiane de chaque demi-valve se contractera plus que ses bords formés d'un côté par la nervure médiane, et de l'autre par un bord du carpelle. Il se produira donc une tension qui recourbera chaque demi-valve vers l'extérieur en la séparant de sa voisine.

Hyoscyamus niger. — Le fruit de cette espèce est une capsule à deux loges dont la déhiscence s'opère par une fente transversale qui sépare la partie supérieure du fruit : c'est la déhiscence en pyxide.

Dans la partie supérieure de la capsule (pl. 6, fig. 6 et 7), qui est séparée du reste du fruit après la déhiscence, on trouve une couche interne de cellules lignifiées à parois épaisses et à contour irrégulier, et une couche externe de parenchyme mou. Près de la ligne de déhiscence, la couche ligneuse s'épaissit, s'étend jusqu'à l'épiderme externe et se termine par un biseau dont la pointe est tournée sur l'intérieur.

La partie inférieure, qui est étroitement entourée par le calyce, se compose de l'épiderme interne lignifié et d'une couche assez mince de parenchyme mou renfermant de nombreuses lacunes. Dans le voisinage de la ligne de déhiscence, la lignification de l'épiderme interne cesse, et le parenchyme qui est en contact du biseau ligneux de la partie supérieure est formé de cellules petites à parois très minces et bourrées de grains d'aleurones, ce qui est très rare dans un fruit. Cette partie du parenchyme, très aqueuse, se contracte fortement au moment de la dessiccation, et c'est au milieu des cellules qui la composent que se produit la fente de déhiscence. La formation de cette fente est sans doute due à l'inégalité de contraction qui existe entre cette partie molle et la partie supérieure lignifiée.

VERBASCÉES.

Le fruit du *Verbascum* est une capsule à deux loges où les parties lignifiées ont, par rapport aux parties molles, la même disposition que dans la capsule du Tabac. La déhiscence est septicide, et chaque valve se partage en deux dents vers son sommet (pl. 6, fig. 8).

La couche ligneuse se compose d'abord de l'épiderme interne (pl. 6, fig. 9), formé de cellules qui, horizontales vers le milieu de la valve, se relèvent ensuite de chaque côté de façon à couper les cloisons sous un angle d'environ 45 degrés. A l'extérieur de l'épiderme se trouvent trois ou quatre assises de cellules lignifiées.

Au moment de la dessiccation, les cellules lignifiées se contractent plus que les fibres suivant la direction de ces fibres. Voyons comment s'exercera la tension ainsi produite. Considérons un bord de la valve où, surtout dans la partie supérieure, les fibres épidermiques font un angle assez grand avec l'horizon; cette partie tendra à se recourber vers l'extérieur, de telle sorte que la ligne de plus grande courbure soit parallèle aux fibres. Il en sera de même sur l'autre côté de la valve; mais, étant donnée la forme du fruit, ces deux mouvements ne peuvent se réaliser sans qu'il se produise une fente suivant la nervure médiane. C'est en effet ce qu'on peut constater. On voit donc que chez le *Verbascum* la déhiscence septicide et le commencement de déhiscence loculicide sont dus à une même cause. Comme la différence de contraction entre les deux couches lignifiées est assez faible, les mouvements qui en résultent sont faibles aussi et leur principal effet est d'arrondir l'angle que fait la couche ligneuse en se repliant dans la cloison, ce qui produit le dédoublement de cette cloison.

SCROFULARINÉES.

L'étude de cette famille est très propre à montrer combien de faibles différences de structure peuvent amener des différences notables dans la déhiscence. Nous allons voir en effet que la disposition des tissus dans le fruit présente une certaine fixité, tandis que les modes de déhiscence sont très différents. Chez la plupart de ces fruits, la partie externe du péricarpe est formée par du tissu mou, et la partie interne par une couche ligneuse qui a la même forme que dans la capsule du Tabac (pl. 6, fig. 4).

Scrofularia aquatica (pl. 6, fig. 10). — La déhiscence du fruit de la Scrofulaire est seulement septicide. La couche ligneuse est formée de fibres horizontales qui s'inclinent en s'approchant de la cloison où elles deviennent tout à fait verticales. Le milieu des valves se contractera donc verticalement plus que les cloisons, il en résultera une tension qui séparera les valves et les recourbera vers l'extérieur par leur partie supérieure; chaque carpelle ainsi isolé sera ouvert par sa face ventrale, car la partie moyenne de la cloison formée par le placenta est fort peu résistante et se sépare au moment de la déhiscence de la partie ligneuse qui se trouve seulement sur les bords. M. Steinbrinck décrit la structure et la déhiscence de ce fruit, qu'il compare avec raison à celui du Lilas (1).

Paulownia imperialis. — La capsule du *Paulownia* s'ouvre par déhiscence loculicide, bien que le plan de séparation des carpelles soit, comme dans les cas précédents, dépourvu de parties lignifiées. La couche ligneuse est formée de fibres horizontales et présente le long de la nervure médiane un épaississement considérable formé par un faisceau de fibres verticales divisé en deux parties par quelques assises de cellules molles; le plan perpendiculaire à la cloison ne rencontre donc pas non plus de partie lignifiée. La même raison, qui chez la

(1) *Loc. cit.*, p. 28.

Scrofulaire produisait la déhiscence septicide, produit ici la déhiscence loculicide. Le déplacement des fibres verticales a entraîné le déplacement des lignes de déhiscence. Dans les deux cas les valves sont formées de fibres horizontales et bordées de fibres verticales.

Digitalis purpurea. — Le fruit est à déhiscence septicide (pl. 6, fig. 13) et exceptionnellement à déhiscence loculicide (pl. 6, fig. 12). La couche lignifiée se compose de l'épiderme interne formé de fibres horizontales et de la couche sous-épidermique formée de cellules isodiamétriques (pl. 6, fig. 11). Le long de la nervure médiane cette couche s'épaissit et ne renferme que des cellules plus ou moins allongées verticalement.

La contraction suivant la tangente à la section transversale sera donc plus forte dans la couche sous-épidermique que dans l'épiderme lui-même. La partie externe se contractant plus que la partie interne, la courbure de la valve tendra à disparaître, les bords de la partie ligneuse qui sont recourbés dans la cloison se redresseront et les deux valves se trouveront ainsi séparées.

Le plus souvent on n'observe chez la Digitale que la déhiscence septicide, mais il y a des cas où la déhiscence loculicide vient s'y ajouter ou même peut exister seule.

La déhiscence loculicide se produit par les mêmes causes qui amènent la formation des dents à la partie supérieure des valves de la capsule du Tabac. Si l'on considère en effet la contraction verticale de la nervure médiane formée, on le sait, de fibres parallèles à l'axe du fruit, cette contraction sera moindre que celle d'une ligne parallèle voisine qui ne coupe que des cellules ou des fibres en section transversale. Il se produira donc une tension tout à fait comparable à celle que nous avons observée chez le *Paulownia.* La déhiscence loculicide est rare chez la Digitale parce que le faisceau des fibres de la nervure médiane est indivis et exige une force assez grande pour être divisé. Lorsqu'une fente s'est une fois produite le long de la nervure médiane, on voit ses bords se

recourber vers l'extérieur grâce à la structure qui a été décrite dans les parois du fruit.

On doit rattacher à la déhiscence du *Paulownia* ou de la Digitale la plupart des déhiscences septicides qu'on observe dans la famille des Scrofularinées, notamment celle des *Rhinanthus*, de l'*Euphrasia*, etc.

La capsule de l'*Euphrasia*, par exemple, présente une couche lignifiée formée de deux ou trois assises de fibres transversales; le long de la nervure médiane des carpelles se trouve un faisceau de fibres verticales, indivis dans la partie inférieure de la capsule, mais divisé dans la partie supérieure en deux parties séparées par quelques assises de parenchyme mou. Le mécanisme de la déhiscence sera donc le même que chez le *Paulownia*. Les fentes s'arrêteront vers le milieu de la capsule à cause de la réunion dans la région inférieure des deux faisceaux de la nervure.

Linaria vulgaris (pl. 7, fig. 1). — Chaque loge de la capsule présente vers son sommet une ouverture qui a la forme suivante : à sa partie supérieure elle est limitée par une ligne parallèle à la ligne de suture des carpelles et voisine du sommet du fruit, et à la partie inférieure par quatre petites dents ou valvules qui sont recourbées vers l'extérieur. La forme des ouvertures est constante chez la même espèce; c'est donc à tort qu'on qualifie quelquefois d'irrégulière la déhiscence de la Linaire.

La couche ligneuse (pl. 7, fig. 2) se compose de deux assises : l'épiderme interne formé de cellules plates et à parois minces, et l'assise sous-épidermique formée de cellules allongées radialement. Les parois de ces dernières sont inégalement épaissies : la paroi interne est mince et les parois latérales s'épaississent dans le voisinage de la paroi externe qui est elle-même très épaisse et arrondie vers l'extérieur. La partie externe de cette assise se contractera donc plus, par la dessiccation, que la partie interne; l'épiderme interne, formé de cellules plates et à parois minces, se contractera de son côté moins que l'assise sous-épidermique; l'ensemble de la

couche lignifiée tendra donc à se recourber vers l'extérieur; la rupture s'opère suivant des lignes de moindre résistance qu'on peut reconnaître à leur structure, et qui, chez une espèce déterminée, ont toujours la même disposition. Le long de ces lignes les cellules de l'épiderme et de l'assise sous-épidermique sont plus petites et présentent une faible adhérence entre elles, elles paraissent juxtaposées plutôt que soudées (pl. 7, fig. 3).

Pour que la déhiscence ait lieu il ne suffit pas que la couche interne soit lignifiée, il faut encore que les parois des cellules ligneuses aient atteint l'épaisseur relative que j'ai indiquée. On peut en effet remarquer que les capsules lignifiées mais non complètement développées restent indéhiscentes.

Dans la partie inférieure indéhiscente de la capsule, la structure de la partie ligneuse est la même que dans la partie déhiscente, mais on n'y rencontre plus les lignes de faible résistance qui permettent la formation des fentes; c'est là la seule cause qui empêche la déhiscence de se prolonger jusqu'à la base de la capsule. Si en effet on continue avec un couteau les fentes qui se sont produites naturellement, on peut constater que les valvules ainsi prolongées se recourbent dans toute leur longueur sous l'action de la dessiccation.

Antirrhinum majus. — Dans le genre *Antirrhinum* la capsule s'ouvre par trois pores, deux sur la loge supérieure et un sur la loge inférieure; la forme de ces pores est constante dans la même espèce.

J'ai décrit, dans un chapitre précédent, le mécanisme de la déhiscence qui ressemble d'ailleurs beaucoup à celui que je viens d'expliquer à propos de la Linaire. Je rappelle que chez l'*Antirrhinum* la structure qui rend la déhiscence possible disparaît à une faible distance des pores, ce qui, nous venons de le voir, n'a pas lieu chez la Linaire (pl. 6, fig. 14 et 15).

ACANTHACÉES.

Acanthus mollis. — Le fruit est une capsule à deux loges qui, au moment de la maturité, se divise violemment en deux parties, suivant un plan perpendiculaire à la cloison, en projetant les graines à une grande distance.

Les parois des loges sont formées par un tissu mou limité par un épiderme externe à consistance pierreuse. Mais tout l'intérêt de la structure réside dans le placenta qui est fortement épaissi. Il renferme en son centre quatre faisceaux fibreux excessivement durs (pl. 7, fig. 4) accolés les uns aux autres, et dont les sections parallèles entre elles sont allongées perpendiculairement à la direction de la cloison. Ces faisceaux sont séparés les uns des autres par quelques assises de cellules à parois relativement minces. Les deux du milieu sont les plus petits et ceux dont les fibres sont les moins épaisses. Les quatre faisceaux se rapprochent de plus en plus vers leur partie supérieure, et sont réunis à leur extrémité inférieure par un bourrelet ligneux assez fort.

Lorsque le fruit se dessèche, les valves se détachent violemment du sommet du pédoncule, le bourrelet qui est à leur base est coupé en deux, les deux faisceaux de droite, restant réunis, se séparent des deux faisceaux de gauche, se recourbent vers l'extérieur et les graines sont projetées ; il va sans dire que les deux faisceaux de gauche se conduisent de la même façon.

Ces phénomènes sont dus à l'inégale contraction des faisceaux internes et des faisceaux externes, ces derniers renfermant les fibres aux parois les plus épaisses se contractent davantage et occupent la concavité de la courbure.

Si, dans un fruit mûr, on isole la colonne ligneuse qui se trouve au centre du placenta et qu'on la laisse se dessécher, elle ne tardera pas à se fendre par le milieu, exactement comme dans un fruit entier (pl. 7, fig. 5) ; c'est donc seulement à cette partie qu'il faut attribuer la déhiscence. De

plus, si, dans une moitié de la colonne ligneuse non encore desséchée, on sépare les deux faisceaux qui la composent, on voit que la dessiccation ne change pas leur forme. Si ces deux faisceaux étaient restés réunis, ils se seraient recourbés ; c'est donc bien à leur inégale contraction qu'est due leur courbure.

Ces expériences montrent donc que la déhiscence du fruit de l'Acanthe n'est pas due, comme le croit M. Hildebrand (1), à l'inégale contraction du placenta et des parois externes des loges. L'examen du fruit ouvert suffit même pour faire rejeter cette opinion ; il paraît en effet bien difficile qu'un tissu aussi mince et aussi peu résistant que celui des parois du péricarpe, puisse agir d'une façon aussi sensible sur des faisceaux ligneux qu'il est presque impossible de recourber avec la main.

PRIMULACÉES.

Le fruit est une capsule à placentation centrale qui s'ouvre en général par plusieurs dents situées en son sommet, et rarement par une fente transversale (*Anagallis*).

Primula elatior. — La déhiscence s'opère par dix fentes situées le long des nervures médianes et des lignes de suture des carpelles. Dans la partie déhiscente de la capsule (pl. 7, fig. 7) les parois présentent la structure suivante : l'épiderme externe n'est pas lignifié, l'assise sous-épidermique est formée de cellules à parois lignifiées et très épaisses, cette lignification s'étend quelquefois à une ou deux assises sous-jacentes dont les parois sont plus minces, puis viennent quelques assises de cellules non lignifiées, et enfin l'épiderme interne formé de cellules à parois plus minces que celles de l'assise sous-épidermique externe et lignifiées sur tout leur pourtour excepté sur la face externe. Le long des lignes de déhiscence, parcourues par un faisceau libéro-ligneux, l'épiderme interne seul est lignifié, et de part et d'autre, la lignification s'étend à toute l'épaisseur des parois. Les cellules

(1) *Loc. cit.*, p. 260.

ligneuses de la partie externe du péricarpe ayant des parois plus épaisses que celles de la partie interne se contracteront davantage; on conçoit dès lors pourquoi les dents se recourbent vers l'extérieur. La formation des fentes est d'ailleurs facilitée par la faible résistance des tissus dans lesquels elle se forme.

Dans la partie indéhiscente de la capsule (pl. 7, fig. 6), les causes de la déhiscence ont disparu, l'épiderme interne est en effet, dans cette région, la seule partie lignifiée du péricarpe.

Anagallis arvensis. — Le fruit est une capsule à peu près sphérique qui s'ouvre, sans déformation sensible, par une fente transversale située à peu près suivant l'équateur du fruit. Les parois se composent d'une seule assise de cellules à contour irrégulier. Le long de la ligne de déhiscence on voit que les cellules s'allongent parallèlement à cette ligne, et leurs parois ne présentent entre elles qu'une faible adhérence (pl. 7, fig. 8); ce sont ces cellules qui, en se décollant, produisent la déhiscence. Il n'y a pas ici de tension spéciale développée, aussi n'observe-t-on pas de mouvement particulier des valves.

PROTÉACÉES.

Grevillea robusta. — Le fruit est un follicule à parois très résistantes qui s'ouvre par une fente ventrale (pl. 8, fig. 7). La partie interne du péricarpe se compose de parenchyme mou, puis vient une couche de parenchyme ligneux formée de grandes cellules un peu allongées suivant la section transversale du fruit, cette couche émet des faisceaux de cellules radiales à parois épaisses qui se dirigent vers l'épiderme externe à travers un tissu de cellules non lignifiées. On voit que cette structure est tout à fait comparable à celle que nous avons observée chez le *Magnolia* et la Pivoine.

La partie externe des parois, formée de parenchyme et de cellules radiales, se contractera donc plus, parallèlement à une section transversale, que la partie interne formée de cellules

allongées transversalement et à parois minces. Cette inégalité de contraction produit une rupture suivant la ligne ventrale qui présente la plus faible résistance.

Hakea. — Le fruit de l'*Hakea* comprend une seule loge renfermant une graine ailée et aplatie entre les deux parois de la loge, extraordinairement dures et épaisses. A la maturité, il s'ouvre suivant un plan parallèle à celui de la graine, et les deux valves ainsi formées s'écartent l'une de l'autre en pivotant autour de leur base, sans éprouver elles-mêmes un changement de forme considérable.

Les parois du péricarpe sont entièrement lignifiées; à la base, l'axe du fruit est occupé par un petit cylindre de cellules allongées verticalement, qui émet dans le reste du péricarpe des sortes de rayons médullaires prenant des directions variables; dans la partie inférieure du fruit ils sont horizontaux, puis ils se redressent peu à peu, et enfin, dans la partie moyenne et supérieure, ils sont tout à fait verticaux. Ces rayons sont formés de cellules parallèles à leur direction, et tout le reste du péricarpe ne se compose que de cellules verticales.

Si, au moment de la dessiccation, on considère la contraction suivant l'axe du fruit, on voit que, dans la partie inférieure, elle sera plus grande dans la région périphérique que dans la région centrale, puisque la première de ces régions seule renferme des cellules horizontales. C'est à cette différence de contraction qu'est due la séparation des valves. Les portions moyennes et supérieures du fruit, ne renfermant que des cellules verticales, n'ont pas de raison pour se recourber; c'est seulement par la contraction de leur base qu'elles sont séparées. Si en effet on détache cette partie inférieure du reste du fruit, on peut constater que c'est sur elle seule que se produit la déhiscence.

PITTOSPORÉES.

Pittosporum Meyi. — Le fruit est une capsule à parois épaisses et coriaces comprenant en général trois loges qui s'ouvrent par déhiscence loculicide. La partie interne du pé-

ricarpe est formée de parenchyme mou et la partie externe par du parenchyme plus résistant, qui renferme des faisceaux radiaux de cellules lignifiées reliés entre eux, dans leur partie profonde, par des faisceaux analogues parallèles à la surface interne du péricarpe.

La contraction des tissus dans une direction tangentielle quelconque est par conséquent plus grande dans la partie externe qui renferme des éléments radiaux que dans la partie interne dont les éléments lignifiés sont tangentiels.

EUPHORBIACÉES.

Le fruit est en général une capsule s'ouvrant à la fois par déhiscence loculicide et septicide, de sorte que chaque valve se trouve formée de la moitié seulement d'un carpelle.

Mercurialis annua. — Le fruit est une capsule à deux loges; lorsqu'il tombe, la plus grande partie de la cloison reste en place, et les deux carpelles, en partie ouverts par leur face ventrale, ne sont plus réunis que par leur partie supérieure; rarement il tombe tout entier avec le pédoncule. Le plus souvent la chute ne s'effectue que par le fait même de la déhiscence qui se produit avec une légère explosion. A ce moment, il se fait une fente le long de la nervure médiane des carpelles qui, en même temps, se séparent du placenta par leurs bords internes. Les deux moitiés de carpelle, qui ne sont plus alors réunies que par leur partie supérieure, se recourbent en dedans et chassent ainsi la graine par l'orifice que laisse le placenta en se séparant des valves (pl. 7, fig. 10).

C'est dans la structure de la partie ligneuse qu'il faut chercher la cause de ces différents mouvements (pl. 7, fig. 9). La partie externe du péricarpe, formée de parenchyme mou, n'a en effet aucune influence. La partie interne, lignifiée, se compose de trois couches distinctes formées chacune d'une seule assise de cellules; l'épiderme interne est formé de fibres inclinées à 45 degrés environ sur l'axe du fruit, de façon à se rapprocher du pédoncule lorsqu'elles vont du bord placentaire à

la nervure médiane; puis vient une assise de cellules régulières très allongées radialement, et enfin une assise de fibres perpendiculaires aux fibres épidermiques. Le long de la nervure médiane cette structure se modifie un peu; les cellules radiales deviennent de plus en plus courtes et finissent par disparaître complètement. Les fibres des deux autres assises s'infléchissent peu à peu de façon à devenir parallèles à la ligne de déhiscence, le long de laquelle elles forment un faisceau composé de cinq ou six assises de cellules; l'épaisseur totale de la couche ligneuse n'en est pas moins diminuée; les parties ligneuses de chaque loge sont indépendantes les unes des autres et s'interrompent le long de la suture ventrale.

Si maintenant on recherche quelle sera la contraction de la couche ligneuse parallèlement aux fibres de l'assise supérieure, on verra que ces fibres éprouveront la contraction minima, tandis que celles de l'épiderme interne subiront la contraction maxima. Il est d'ailleurs évident que dans toutes les directions tangentielles, l'assise de cellules radiales éprouvera une forte contraction; son action pourra donc s'ajouter, dans une direction quelconque, à celle des couches fibreuses qui se contractera le plus dans la direction considérée. Il en résulte que la valve devra se recourber, de telle sorte que la ligne de plus grande courbure soit parallèle aux fibres externes.

Si on considérait la contraction parallèlement aux fibres épidermiques, on verrait par un raisonnement analogue que la valve doit effectuer un autre mouvement dans une direction perpendiculaire. Ces deux mouvements réunis ne sont compatibles que dans une très faible mesure avec la forme de la valve, et c'est le premier qu'on observe presque seul.

Chez le *Mercurialis perennis*, la structure et la déhiscence de la capsule sont tout à fait comparables à celles que je viens de décrire; la seule différence consiste en ce que les deux couches fibreuses qui comprennent l'assise de cellules radiales, se composent d'un plus grand nombre d'assises que chez le *M. annua*.

Euphorbia Peplus. — Le fruit de l'*Euphorbia Peplus* et de la plupart des autres espèces d'Euphorbe est une capsule formée de trois loges, dont chacune est tout à fait comparable à une loge du fruit de la Mercuriale.

Ricinus communis. — Le fruit du Ricin est une capsule à trois loges semblable à celle de l'Euphorbe, mais beaucoup plus grande ; les couches fibreuses formées d'un grand nombre d'assises sont surtout épaisses à la partie supérieure. Dans les pays où le Ricin croît spontanément, la déhiscence a lieu avec une explosion assez forte. En France, elle ne se produit généralement pas ; au moment de la maturité le parenchyme qui recouvre la partie lignifiée se fend en se contractant et, lorsqu'il est complètement sec, ne forme plus que deux bandes étroites sur chaque carpelle ; à ce moment, les parois latérales de deux loges voisines sont à peu près indépendantes les unes des autres, elles n'adhèrent que très faiblement au placenta par leur face ventrale et ne sont plus réunies que par leur sommet. Si l'on soumet une de ces loges à une dessiccation intense, elle s'ouvre en général avec explosion, comme dans la déhiscence naturelle.

Hura crepitans (pl. 8, fig. 4, 5 et 6). — Le fruit est une capsule formée d'un grand nombre de loges qui s'ouvrent avec une forte explosion par déhiscence à la fois septicide et loculicide. Le mécanisme est exactement le même que chez les genres précédents. La force de l'explosion est due à ce que, les parties ligneuses étant très épaisses, la résistance à vaincre pour séparer les valves est très grande et nécessite par conséquent une force considérable.

Buxus sempervirens. — Le fruit du Buis diffère beaucoup plus des fruits que je viens d'examiner que ceux-ci ne diffèrent entre eux. Chaque loge renferme deux graines et ses parois se séparent à la maturité en deux couches qui se comportent d'une façon différente par rapport à la déhiscence. La couche interne, fortement lignifiée, se conduit comme le péricarpe de l'*Euphorbe*, c'est-à-dire qu'elle forme six valves isolées. La partie externe, plus ou moins lignifiée vers l'extérieur, s'ouvre

seulement par déhiscence loculicide, formant ainsi trois valves qui restent unies par leur partie inférieure et portent chacune en leur milieu une cloison et la partie correspondante du placenta.

Le tissu ligneux interne, considéré dans la région médiane de chaque valve, se compose des parties suivantes (pl. 7, fig. 11); vers l'intérieur se trouve une assise de cellules radiales, puis une couche assez épaisse de cellules, et enfin une couche de fibres peu allongées parallèlement à une tangente à la section transversale. Les parois de ces différents éléments sont souvent si épaissies, que la cavité interne se trouve quelquefois complètement oblitérée. Sur les bords de chaque valve, l'épaisseur de la couche ligneuse diminue sensiblement, les différences entre les couches de cellules s'effacent, de sorte que sur les bords mêmes la valve ne se compose plus que de trois ou quatre assises de cellules isodiamétriques.

Si on considère, dans la région médiane de la valve, la contraction de cette partie ligneuse suivant une tangente à la section transversale, on verra que les couches internes se contracteront plus que les couches externes grâce à la forme des cellules, qui sont d'autant plus allongées tangentiellement qu'elles sont plus extérieures; la valve devra donc se replier vers l'intérieur; c'est en effet ce qu'on observe. Sur les bords des valves, la différence entre les cellules ayant disparu, il ne se produit pas de courbure.

Examinons maintenant la portion externe du péricarpe (pl. 7, fig. 12); l'épiderme externe est formé de cellules lignifiées à parois épaisses surtout vers l'extérieur; plusieurs assises sous-jacentes sont souvent lignifiées, mais l'épaisseur des parois diminue progressivement à mesure qu'on s'avance vers l'intérieur. La partie extérieure se contractera donc plus que l'intérieure et produira ainsi l'écartement des valves. Chacune des valves de cette partie du péricarpe ne se divise pas en deux moitiés, parce que le tissu ligneux ne s'interrompt pas vis-à-vis des cloisons.

LILIACÉES.

Asphodelus albus (pl. 8, fig. 8). — Le fruit est une capsule à trois loges à déhiscence loculicide; les parois se composent d'un parenchyme mou et visqueux renfermant des faisceaux fibreux qui suivent la face externe des faisceaux libéroligneux. Le long de la nervure médiane de chaque carpelle, de part et d'autre de la ligne de déhiscence, se trouvent deux faisceaux fibreux verticaux qui émettent du côté de la ligne de suture des ramifications horizontales; entre ces deux faisceaux se trouve un tissu formé de petites cellules molles peu cohérentes entre elles, cette région est donc bien indiquée pour renfermer la ligne de séparation des valves. Les cloisons sont couvertes d'un épiderme assez fortement lignifié, et l'axe central renferme trois faisceaux fibreux opposés aux trois cloisons (pl. 8, fig. 9 et 10).

Lorsque le fruit se dessèche, la déhiscence se produit pour deux raisons différentes. D'abord un des faisceaux fibreux qui accompagnent la nervure médiane se contracte moins que tout autre méridien du fruit ne rencontrant que des fibres transversales ou du parenchyme mou, et par conséquent devra prendre une forme sinueuse. Deux faisceaux voisins qui sont faiblement unis se séparent donc par un mécanisme que nous avons déjà étudié chez l'Hellébore, le *Sida*, etc. De plus, l'axe du fruit formé de fibres verticales se contracte moins que les cloisons dont l'épiderme est formé de fibres transversales, et moins aussi que la partie des valves qui avoisine les cloisons. La partie externe du fruit exerce donc une traction sur l'axe qui se divise en trois parties et se recourbe vers l'extérieur, chacun des faisceaux de la partie centrale restant sur le bord convexe de la cloison correspondante.

Le mécanisme de la déhiscence est à peu près le même chez les autres Liliacées. Toujours l'écartement des valves est dû à l'inégale contraction de l'axe et des parois du fruit; mais en général les bords des valves ne renferment pas le faisceau

fibreux qui leur donne chez l'Asphodèle une forme sinueuse. Il peut encore se produire une autre modification : quelquefois les faisceaux fibreux transversaux des valves disparaissent plus ou moins complètement; ils sont alors remplacés au point de vue du rôle qu'ils jouent dans la déhiscence par l'épiderme interne qui se compose alors de fibres lignifiées horizontales.

M. Steinbrinck (1) attribue la déhiscence des Liliacées à l'inégale contraction de l'épiderme interne et du parenchyme extérieur, sans tenir compte de ces faisceaux de l'axe qui ont une importance capitale. Chez l'Asphodèle, où il est facile d'enlever l'épiderme intérieur d'une valve sans la détériorer, on peut vérifier qu'il n'a aucune influence.

Chez plusieurs familles de Monocotylédones où le fruit, a à peu près la même structure que celui des Liliacées (Amaryllidées, Iridées, etc.), la déhiscence s'effectue par le même mécanisme.

AMARYLLIDÉES.

Chez la plupart des Amaryllidées, le *Pancratium* par exemple, la déhiscence est due à l'inégale contraction des fibres verticales de l'axe et des fibres horizontales qui constituent l'épiderme interne.

Chez l'*Agave*, la couche ligneuse est beaucoup plus épaisse; elle se compose de plusieurs assises de fibres transversales à parois très épaisses et qui deviennent verticales dans le voisinage des lignes de déhiscence.

Le fruit de l'*Alstrœmeria*, qui présente à peu près la même structure que celui des autres Amaryllidées, est cependant indéhiscent ; les cloisons ne renferment pas d'éléments lignifiés, les faisceaux fibreux de l'axe se trouvent ainsi isolés de la paroi du fruit et ne peuvent subir l'influence de leur contraction d'une façon aussi directe que dans les cas précédents. On peut toutefois constater que les parois du fruit se contractent plus que l'axe, car dans un fruit desséché

(1) *Loc. cit.*, p. 32 et 33.

l'axe a été obligé de se recourber. La partie supérieure des faisceaux centraux est d'ailleurs assez faible, et c'est encore là un obstacle à la déhiscence.

IRIDÉES.

La déhiscence, dans cette famille, s'effectue exactement de la même façon que dans celle des Liliacées. On peut cependant citer la capsule de l'*Iris pseudo-Acorus*, dont les valves présentent souvent une courbure excessivement prononcée. C'est que les faisceaux du placenta sont très développés, tandis que la partie ligneuse des valves est faible; cette dernière se réduit à quelques petits faisceaux de fibres transversales. On conçoit donc que la différence de contraction entre l'axe et les valves sera très grande et que, par conséquent, la courbure sera très prononcée.

ORCHIDÉES.

Le fruit des Orchidées est une capsule à une seule loge et à trois placentas pariétaux (pl. 8, fig. 11). La déhiscence s'opère par six fentes qui s'étendent sur toute la longueur du fruit sans se rejoindre à leurs extrémités et sont situées deux à deux de part et d'autre de chaque nervure médiane. Ces trois nervures ainsi isolées et les trois valves restent unies à leurs deux extrémités. Après la déhiscence, le fruit présente donc l'aspect d'un fuseau formé de six cordons; on doit remarquer que les trois cordons formés par les nervures médianes sont plus recourbés et paraissent plus longs que les trois autres.

Les parois du fruit sont formées de parenchyme mou; la partie ligneuse se compose seulement de six faisceaux verticaux (pl. 8, fig. 12 et 13) qui longent les trois nervures médianes et les trois lignes de suture des carpelles. De part et d'autre de ces trois nervures, les parois du péricarpe deviennent très minces; elles sont formées de cellules à parois fort peu résistantes et contenant des cristaux d'oxalate de chaux. L'épais-

seur des parois va ensuite en augmentant jusqu'aux lignes de suture où elle est maxima.

Au moment de la dessiccation, la contraction suivant l'axe du fruit sera moindre pour les faisceaux de fibres que pour le parenchyme mou. Les six bandes de parenchyme tendront donc à rapprocher les deux extrémités du fruit, tandis que les six nervures tendront à les maintenir éloignées. Cette tension déterminera la formation de fentes de part et d'autre des nervures médianes qui adhèrent faiblement au parenchyme voisin. Ces trois nervures, ainsi soustraites à l'action du parenchyme, peuvent se recourber en conservant des dimensions réglées par leur seule contraction. Au contraire, les faisceaux fibreux qui longent les placentas ne peuvent se séparer du parenchyme auquel ils sont étroitement liés, et on conçoit que leur raccourcissement soit augmenté par la forte contraction du parenchyme qui les entoure.

La contraction inégale des tissus suivant une tangente à la section transversale peut aussi contribuer à la formation des fentes. Les parties molles se contractent en effet beaucoup plus que le squelette ligneux formé des six faisceaux dont la forme ne peut changer que difficilement. Il pourra donc en résulter des fentes suivant les lignes de plus faible résistance.

JONCÉES.

Juncus flavus. — Le fruit est une capsule à trois loges qui s'ouvre par trois valves alternes avec les cloisons. Le mécanisme de la déhiscence est comparable à celui que j'ai décrit dans la famille des Cistinées, des Caryophyllées, etc. La partie ligneuse du péricarpe est surtout formée par l'épiderme externe, dont les parois extérieures sont très épaisses, et qui, par conséquent, devra se recourber vers l'extérieur par la dessiccation. Les bords des valves sont formés par des fibres verticales, qui, par leur faible contraction, favorisent encore la déhiscence.

GRAMINÉES.

Comme application des propriétés de la membrane cellulaire qui nous ont rendu compte de la déhiscence des fruits secs, on peut se proposer d'expliquer la torsion de l'arête qui se trouve sur la face dorsale des glumelles de certaines Graminées.

Chez l'Avoine folle (*Avena fatua*) par exemple, chaque glumelle porte une arête très longue à peu près rectiligne lorsque ses tissus sont humectés d'eau; mais, si le fruit vient à se dessécher, on voit la partie inférieure de l'arête se tordre sur elle-même sans cesser d'être rectiligne, tandis que la partie supérieure ne change pas sensiblement de forme, mais pivote autour de sa base de façon à faire un angle d'environ 90 degrés avec la partie inférieure. En humectant et desséchant alternativement cette arête on peut se convaincre que c'est bien à la dessiccation des tissus que sont dus les mouvements que nous venons de constater.

Dans sa partie inférieure, l'arête se compose de parenchyme mou et de fibres parallèles à sa direction. En section transversale les parties non lignifiées ont la forme de deux virgules situées de part et d'autre d'un plan de symétrie et se terminant par une de leurs extrémités sur le contour extérieur de la section; elles se composent de cellules à parois très minces, qui, comme nous le verrons, ne jouent aucun rôle dans la torsion de l'arête. Le reste de la section ne présente que des fibres ligneuses à parois épaisses et un petit faisceau libéro-ligneux qui se trouve dans le plan de symétrie; dans la partie centrale les fibres ont des parois relativement plus épaisses qu'à la périphérie. Dans la moitié supérieure de l'arête la structure est à peu près la même; il faut cependant remarquer que les parties non lignifiées sont moins développées, que les parties lignifiées sont moins dures et à parois moins épaisses, et surtout que les fibres ont des parois plus épaisses à la périphérie que dans la partie centrale.

Nous allons voir comment, grâce à cette disposition des tissus, on peut expliquer les mouvements de l'arête. Dans la partie inférieure, les fibres de la périphérie se contracteront moins, par la dessiccation, que celles du centre, et devront par conséquent s'enrouler en spirale autour de l'axe. Cet enroulement est d'ailleurs favorisé par la faible consistance des parties non lignifiées qui facilite la torsion de l'arête. Le mécanisme de cette torsion est comparable à celui qu'on a décrit chez certaines plantes dont la tige s'accroît plus rapidement à la périphérie que dans la région centrale, mais la cause en est bien différente. Dans la partie supérieure de l'arête, les fibres du centre n'étant pas à parois plus épaisses que les autres, les causes de la torsion ont disparu.

On peut se rendre compte d'une façon analogue de la courbure qui se produit à la jonction des deux parties de l'arête. Dans cette région, en effet, le côté qui doit devenir concave est formé de fibres analogues à celles de la partie inférieure et à parois plus épaisses que celles du côté convexe. C'est donc encore à l'inégalité d'épaisseur des parois des fibres qu'est due l'inégalité de contraction des deux côtés de l'arête.

M. Hildebrand (1) cherche à expliquer les mouvements de l'arête par la forme et la structure des parties non lignifiées. Il est facile de se convaincre du rôle purement passif du parenchyme mou; une arête sur laquelle on l'a enlevé avec la pointe d'une épingle se tord, en effet, exactement de la même façon que lorsqu'elle était intacte.

On peut d'ailleurs par d'autres expériences montrer encore l'influence que peut avoir l'épaisseur relative des parois des fibres. Si par une fente longitudinale on divise la moitié inférieure de l'arête en deux parties, on voit que chaque partie, en se desséchant isolément, s'enroule en spirale de façon que les fibres qui se trouvaient à la périphérie de l'arête et qui sont celles dont les parois sont les plus minces soient sur le côté convexe de la spirale. Ce résultat pouvait être prévu

(1) *Loc. cit.*, p. 271.

d'après ce qui a été dit sur la structure de l'arête, car le fragment que nous considérons est tout à fait comparable à un des faisceaux fibreux qui surmontent l'ovaire des *Erodium;* il est plus ou moins aplati et les fibres qui sont sur sa face convexe sont celles dont les parois sont les plus minces.

Si on fait la même expérience sur la moitié supérieure de l'arête, on obtient un résultat un peu différent ; l'enroulement en spirale est très faible et ne s'effectue pas dans le même sens que dans le premier cas, les fibres de l'épiderme de l'arête se trouvent sur la face concave de la spirale et non plus sur la face convexe ; il en devait être ainsi puisqu'ici les fibres voisines de l'épiderme sont celles dont les parois sont les plus épaisses. Cette dernière expérience sert en quelque sorte de vérification à la première et montre bien le rapport étroit qui existe entre l'épaisseur des parois des fibres et leur contraction sous l'influence de la dessiccation.

IV. CONCLUSIONS.

Structure de la ligne de déhiscence. — Il résulte de l'étude qui précède que l'ouverture d'un fruit sec peut toujours s'expliquer par son organisation, et que ce n'est pas seulement dans la structure de la ligne de déhiscence, mais dans celle du péricarpe tout entier, qu'il faut chercher les causes de la déhiscence.

Les renseignements fournis par l'examen superficiel d'un fruit sont presque toujours de très peu d'utilité ; ils ne peuvent même pas servir en général à déterminer la place des lignes de déhiscence. Il serait par exemple difficile en regardant une capsule d'Iris de reconnaître si la déhiscence sera loculicide ou septicide.

L'étude anatomique de la ligne de déhiscence, si elle peut quelquefois faire prévoir l'endroit précis où se fera la déhiscence, n'indique en rien la forme que prendront les valves. Le plus souvent, c'est suivant les lignes de moindre résistance

que se produisent les fentes (Apocyn, *Datura*, etc.); la partie ligneuse est alors généralement interrompue le long des lignes de déhiscence. On trouve cependant des fruits où des lignes de très faible résistance ne sont pas utilisées pour la déhiscence, et d'autres où les fentes se produisent au milieu de parties très dures. Ainsi, dans les capsules de Linaire, la couche lignifiée s'interrompt dans le plan de séparation des carpelles, comme chez les autres Scrofularinées, et cependant la déhiscence septicide n'existe pas. D'autre part, dans le fruit de l'Acanthe ou de l'*Hura crepitans*, on voit des parties très dures brisées au moment de la déhiscence.

Lorsque la couche ligneuse n'est pas interrompue le long des fentes, il arrive souvent que les cellules voisines des lignes de déhiscence semblent plutôt juxtaposées que soudées et présentent entre elles une faible adhérence; c'est ce qu'on voit chez les Cistinées, les Caryophyllées, etc.

Dans ce cas, comme dans celui où la couche ligneuse subit une interruption, la résistance à vaincre est très faible; la déhiscence commence à s'effectuer lorsque la tension produite par la dessiccation est encore très petite; elle va ensuite en s'accentuant lorsque la tension augmente. Il n'y aura donc pas ici de mouvement brusque des valves.

Dans d'autres cas, toutes les cellules restent fortement liées entre elles, et il faut pour opérer leur séparation une force assez grande. Lorsque la dessiccation des tissus commence, la tension est d'abord faible et incapable de briser la résistance; lorsqu'elle est devenue suffisante pour séparer les tissus, on conçoit alors que cette séparation se fasse avec quelque violence et que les valves, devenues tout à coup libres, se recourbent brusquement, avec élasticité, comme on dit quelquefois, mais on voit que ces mouvements rapides, produits exactement par les mêmes causes que les mouvements lents, ne supposent pas une élasticité particulière.

Donc, en général, la déhiscence est accompagnée d'une explosion lorsque, pour se produire, elle a à vaincre une résistance assez forte et sans explosion dans le cas contraire.

L'étude de la ligne de déhiscence montre aussi qu'en général les éléments ligneux qui avoisinent une fente sont parallèles à sa direction, ce qui facilite leur séparation.

Quant au parenchyme mou, il ne présente souvent aucune particularité de nature à indiquer le point précis où se fera la séparation des valves. Dans la capsule du *Paulownia*, par exemple, la couche de parenchyme est absolument continue et homogène sur tout le pourtour d'une section transversale; au moment de la déhiscence les cellules en sont déchirées irrégulièrement sous l'effort des parties ligneuses, on voit bien que leur rôle est absolument passif.

Dans d'autres cas, les cellules du parenchyme deviennent plus petites et moins adhérentes entre elles dans le voisinage des fentes (*Ruta*, Liliacées, etc.). Elles sont alors encore déchirées ou plus souvent dissociées par les mouvements des parties dures.

Certains fruits, où la déhiscence se fait sans mouvement considérable des valves, ont leur parenchyme plus différencié le long des lignes de déhiscence; l'effort qui produit la déhiscence étant en effet très petit, on conçoit que les tissus doivent se modifier de façon à rendre la résistance à vaincre très faible. Chez les Crucifères, par exemple, la partie du parenchyme où doit se produire la fente est limitée par des éléments lignifiés et ses cellules présentent un aspect particulier; leurs parois sont épaisses, brillantes, molles, et au moment de la maturité paraissent se dédoubler sur une certaine étendue.

On voit qu'en général les lignes de déhiscence sont les lignes de moindre résistance du fruit grâce à l'interruption ou à l'affaiblissement de la couche ligneuse. C'est seulement chez les fruits ruptiles que les éléments ligneux présentent une grande cohérence sur l'emplacement des fentes. Les modifications du parenchyme mou, lorsqu'elles existent, n'ont qu'une influence très secondaire sur la déhiscence.

Influence de la lignification. — Dans tous les groupes que j'ai étudiés, c'est presque toujours la partie lignifiée du fruit qui, grâce à la disposition ou à l'épaisseur des éléments qui

la composent, est la cause de la déhiscence. Un fruit sera donc susceptible de s'ouvrir dès que la partie ligneuse sera complètement développée, quel que soit son degré de maturité. Cela est surtout très net pour les fruits où la déhiscence est due à la disposition et non à l'épaisseur des parois des éléments lignifiés ; car l'épaississement se produit beaucoup plus tard que la lignification. Si l'on cueille un follicule d'Hellébore encore éloigné de sa maturité, mais dont les fibres sont lignifiées, il s'ouvrira, en se desséchant, de la même façon qu'un follicule mûr. Nous avons vu au contraire que chez la Linaire, il ne suffit pas que la partie interne du péricarpe soit lignifiée pour que la déhiscence soit possible, il faut encore que les parois de l'assise sous-épidermique aient acquis une certaine épaisseur.

Pour assurer cette lignification si nécessaire à la déhiscence, certains fruits paraissent avoir fait des réserves spéciales d'amidon. Si on traite par l'iode les tissus d'un follicule d'Hellébore dont les fibres ne sont pas encore lignifiées, on voit que les faisceaux paraissent entourés d'une gaine bleue. Les cellules qui entourent ces faisceaux sont gorgées de grains d'amidon, qui disparaîtront peu à peu à mesure que la lignification se produira. On peut faire la même observation sur l'Asphodèle et bien d'autres fruits; l'amidon s'y trouve surtout, et quelquefois uniquement, dans le voisinage des parties qui sont destinées à se lignifier.

Le moindre changement dans la lignification peut amener des variations considérables dans la déhiscence; ainsi le fermoir qui se forme si tardivement dans la gousse des Papilionacées suffit pour rendre ruptile un fruit qui, sans cela, s'ouvrirait sans explosion. Chez les Euphorbiacées et un grand nombre d'autres plantes, c'est à la direction des fibres qu'est due la déhiscence; si les fibres des Géraniacées étaient toutes égales, on ne remarquerait pas l'enroulement caractéristique de cette famille. On pourrait multiplier les exemples pour montrer le peu d'importance des causes qui produisent ou empêchent la déhiscence, et indiquer par là même le peu de

valeur qu'ont les caractères du fruit tirés de la déhiscence.

L'influence de la saison ou du climat suffit quelquefois pour empêcher de s'ouvrir un fruit déhiscent dans les conditions normales, ordinairement parce que la lignification ne se produit pas d'une façon assez complète. C'est ainsi qu'un grand nombre de fruits, lorsqu'ils se développent dans une saison tardive, restent fermés tandis qu'ils s'ouvrent normalement. La plupart des plantes exotiques, telles que le Ricin, l'Agave, etc., produisent des fruits indéhiscents dans les régions tempérées.

Dans les quelques espèces où j'ai suivi le développement du fruit (*Ulex europæus*, *Helleborus fœtidus*, *Cardamine hirsuta*), les éléments qui devaient produire la déhiscence existaient déjà dans l'ovaire au moment de la fécondation. Le nombre des cellules est à peu près le même dans le fruit mûr que dans l'ovaire fécondé, et l'histoire du développement du fruit n'est autre chose que l'histoire de la différenciation des cellules qui consiste principalement en accroissement des éléments et lignification de certaines parties.

C'est donc à la différenciation des cellules et notamment à leur lignification qu'est due l'ouverture des fruits secs ; chez tous les fruits ruptiles notamment, c'est dans la disposition des fibres de la partie ligneuse qu'il faut chercher la cause de la déhiscence. Les effets quelquefois étonnants de la déhiscence s'expliquent par la force de contraction des tissus ligneux, qui est assez grande pour briser des obstacles considérables.

Nous n'avons vu que très rarement et dans des cas de déhiscence peu nets (*Polygala*), les parties molles réagir sur les parties dures au moment de la dessiccation. C'est qu'en effet le parenchyme non lignifié, quoique se contractant bien plus que les parties lignifiées, a une force de contraction beaucoup moindre et se déforme ou se déchire s'il se trouve lié à quelque partie ligneuse plus résistante qui donne seule à la valve sa forme définitive.

Conclusion générale. — De l'ensemble de ces recherches il résulte que l'étude anatomique d'un fruit peut non seulement expliquer la déhiscence, mais encore la faire prévoir jusque dans ses moindres circonstances. Il suffit pour cela, à part quelques rares exceptions où la déhiscence s'explique d'ailleurs très facilement par la grande contraction du parenchyme mou, de faire l'application des deux propriétés suivantes des éléments lignifiés :

1° *Les cellules ou les fibres se contractent d'autant plus sous l'influence de la dessiccation, que leurs parois sont plus épaisses, toutes choses égales d'ailleurs ;*

2° *Les fibres se contractent, par la dessiccation, moins dans le sens de leur longueur que dans les autres directions.*

Dans un fruit déhiscent, la disposition des tissus permet toujours d'expliquer la déhiscence par une de ces propriétés, et dans les fruits indéhiscents, dont j'ai décrit quelques exemples dans ce travail, les éléments ligneux n'affectent jamais une forme ou une disposition qui pourrait faire prévoir la déhiscence.

Mais, si la structure du fruit rend la déhiscence possible, elle ne la rend pas nécessaire. Il faut pour qu'elle se produise que le fruit soit placé dans des conditions de milieu favorables, qu'il subisse, sous l'action de la chaleur ou de la sécheresse de l'atmosphère, une certaine dessiccation sans laquelle la disposition de ses tissus resterait inefficace.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche 1.

Fig. 1. Copeau rectangulaire dont le grand côté est parallèle aux fibres.

Fig. 2. Copeau égal au précédent, dont le grand côté est perpendiculaire aux fibres.

Fig. 3. L'ensemble des deux copeaux précédents recourbé par la dessiccation.

Helleborus fœtidus.

Fig. 4. Coupe transversale d'un follicule dans la région de la suture ventrale. ep_1, cellules de l'épiderme lignifiées; ep_2, cellules de l'épiderme non lignifiées qui se décolleront au moment de la déhiscence; *ld*, ligne de déhiscence marquée par une mince couche de cuticule entre les deux épidermes; *fm*, faisceau de fibres lignifiées longeant la ligne de déhiscence; *fv*, faisceau de fibres transversales allant de la suture ventrale à la nervure médiane.

Fig. 5. Follicule non encore ouvert.

Fig. 6. Follicule ouvert.

Fig. 7. Follicule auquel on a enlevé les deux faisceaux ventraux avant la dessiccation.

Fig. 8. Coupe transversale schématique dans un follicule. *fd*, faisceau fibreux de la nervure médiane; *fv*, faisceaux fibreux de la nervure ventrale; *ft*, faisceaux transversaux.

Paparer Rhœas.

Fig. 9. Coupe verticale dans la capsule, indiquant le mécanisme de la formation d'un pore. Le trait plein indique la forme du fruit avant la déhiscence, et le trait ponctué la forme du fruit après la déhiscence. *pm*, parenchyme mou qui se contractera fortement; *fl*, faisceaux renfermant des fibres ligneuses.

Fig. 10. Coupe verticale dans la région du point *a* de la région précédente. *epe*, épiderme supérieur.

Argemone grandiflora.

Fig. 11. Capsule ouverte.

Fig. 12. Coupe transversale dans la partie déhiscente du fruit. *fn*, faisceau fibreux de la nervure qui reste en place après la déhiscence; *fv*, faisceaux parallèles au premier envoyant dans les valves des faisceaux *ft*.

Fig. 13. La même coupe dans la région indéhiscente; les faisceaux *fn* et *fv* sont réunis.

Sisymbrium acutangulum.

Fig. 14. Coupe transversale dans la région du placenta. *ld*, cellules qui se dissocieront au moment de la déhiscence; *fp*, faisceaux fibreux du placenta; *fv*, fibres des valves; *cl*, cellules ligneuses qui bordent les valves; *epi*, épiderme interne; *epe*, point de l'épiderme externe où se fait la séparation des valves.

Planche 2.

Sisymbrium acutangulum.

Fig. 1. Section transversale dans la silique. *fp*, faisceau fibreux du placenta; *fv*, partie ligneuse des valves; *ld*, ligne de déhiscence.

Biscutella auriculata.

Fig. 2. Section transversale dans la région d'une ligne de déhiscence. f_1, f_2, faisceaux fibreux du placenta; *fl*, faisceaux libéro-ligneux du placenta; *ld*,

cellules qui se dissocieront au moment de la déhiscence ; *pl*, parenchyme ligneux qui remplit en partie la cavité des loges.

Farsetia clypeata.

Fig. 3. Coupe transversale dans une valve. *pm*, parenchyme mou ; *ft*, fibres ligneuses ; *fl*, fibres ligneuses perpendiculaires aux précédentes ; *epi*, épiderme interne non lignifié.

Polanisia graveolens.

Fig. 4. Silique ouverte.
Fig. 5. Section transversale d'une valve dans la partie déhiscente. *epi*, épiderme interne formé de fibres ligneuses ; *fm*, fibres ligneuses suivant le bord des valves.
Fig. 6. Section transversale d'une valve dans la partie indéhiscente. *epi*, épiderme interne ; *fv*, faisceaux fibreux.

Erodium cicutarium.

Fig 7. Section transversale dans la partie inférieure d'un des cinq filets fibreux du bec. *e*, côté externe ; *i*, côté interne.
Fig. 8. Section transversale dans la partie inférieure du bec. *f*, faisceaux fibreux.
Fig. 9. Même section dans la partie supérieure du bec.

Geranium pratense.

Fig. 10. Section transversale dans un des cinq faisceaux fibreux du bec. *e*, face externe ; *i*, face interne.

Planche 3.

Geranium pratense.

Fig. 1. Fruit avant la déhiscence.
Fig. 2. Fruit après la déhiscence.

Erodium cicutarium.

Fig. 3. Fruit après la déhiscence.

Helianthemum vulgare.

Fig. 4. Coupe dans l'épiderme extérieur. *e*, face externe ; *i*, face interne.

Saponaria officinalis.

Fig. 5. Fruit ouvert.
Fig. 6. Coupe longitudinale dans la partie déhiscente. *epe*, épiderme externe.
Fig. 7. Même coupe dans la partie indéhiscente.

Viola tricolor.

Fig. 8. Coupe transversale dans la région du placenta. *pm*, parenchyme mou interne ; *cr*, cellules radiales lignifiées ; *ct*, cellules tangentielles lignifiées.

Fig. 9. Coupe transversale dans la région de la ligne de déhiscence. *epi*, épiderme interne lignifié; *fl*, fibres lignifiées; *fd*, fibres longeant la ligne de déhiscence.

Hibiscus roseus.

Fig. 10. Fruit ouvert.

Sida Abulilon.

Fig. 11. Deux carpelles ouverts.
Fig. 12. Les mêmes fermés.

Malva sylvestris.

Fig. 13. Aspect extérieur du fruit.
Fig. 14. Coupe transversale dans le fruit. *pl*, parenchyme lignifié; *ld*, lignes de séparation des fragments du fruit.

Gossypium.

Fig. 15. Un carpelle après la déhiscence.

Ruta graveolens.

Fig. 16. Fruit après la déhiscence.
Fig. 17. Coupe transversale dans la région de la ligne de déhiscence. *pm*, parenchyme mou; *ft*. fibres lignifiées; *fl*, fibres perpendiculaires aux précédentes; *ld*, emplacement de la ligne de déhiscence.

Planche 4.

Ulex europœus.

Fig. 1. Coupe transversale dans la région de la suture ventrale. *fm*, fibres ligneuses qui suivent le bord de chaque valve; *ld*, cellules molles qui seront déchirées au moment de la déhiscence.
Fig. 2. Coupe transversale dans la gousse. *fv*, partie ligneuse des valves; *ld*, point où se fera a separation des valves; *fm*, faisceaux fibreux qui bornent les valves.

Spartium junceum.

Fig. 3. Valve vue par sa face interne indiquant la direction des fibres. *ab*, direction des fibres ligneuses de la partie interne; *cd*, direction des cellules allongées de l'epiderme externe.
Fig. 4. Valve enroulée naturellement.
Fig. 5. Valve enroulée après l'enlèvement des faisceaux marginaux.
Fig. 6. Valve enroulée après l'enlèvement de l'épiderme extérieur et du parenchyme mou sous-jacent.
Fig. 7. Coupe transversale dans le fermoir. *cl*, cellules de l'épiderme et des assises sous-jacentes lignifiées pour former le fermoir; *f*, fibres des faisceaux marginaux.

Genista tinctoria.

Fig. 8. Coupe dans la partie lignifiée de la valve parallèlemen aux fibres de la partie interne. *cl*, cellules lignifiées; *fc*, fibres courtes et épaisses; *fl*, fibres plus allongées.

Fig. 9. Coupe dans l'épiderme externe dans la même direction que la précédente. *epe*, épiderme externe.

Planche 5.

Pisum sativum.

Fig. 1. Coupe dans la partie ligneuse d'une valve parallèlement aux fibres. *fc*, fibres courtes de la partie externe; *fl*, fibres plus allongées de la partie interne.

Vicia sativa.

Fig. 2. Valve enroulée naturellement.

Fig. 3. Valve enroulée après l'enlèvement de l'épiderme externe et du parenchyme sous-jacent.

Hippocrepis ciliata.

Fig. 4. Coupe perpendiculaire à une ligne de séparation des articles. *pm*, parenchyme mou externe; *fl*, fibres de la partie ligneuse; *cl*, cellules lignifiées qui se sépareront au moment de la déhiscence; *cm*, cellules non lignifiées.

Fig. 5. Aspect extérieur du fruit. *ld*, ligne de séparation des articles.

Fig. 6. Portion du fruit indiquant la direction des fibres.

Medicago maculata.

Fig. 7. Coupe perpendiculaire à la nervure dorsale. *fl*, faisceau fibreux qui longe la suture dorsale; *fv*, partie ligneuse des parois de la gousse.

Trigonella.

Fig. 8. Section transversale de la gousse. f_1, f_2, faisceaux fibreux; *fl*, faisceaux libéro-ligneux.

Scandix Pecten Veneris.

Fig. 9. Fruit après la déhiscence.

Fig. 10, 11, 12, 13. Coupes transversales du bec à différentes hauteurs, montrant la disposition des faisceaux du carpophore. *f*, faisceaux fibreux; *fc*, faisceaux libéro-ligneux du carpophore; *fl*, faisceaux libéro-ligneux.

Pastinaca sativa.

Fig. 14. Disposition des fibres ligneuses dans la partie interne des parois du fruit. *ft*, fibres parallèles à une section transversale; *fm*, faisceaux fibreux faisant le tour de la loge.

Quillaja Saponaria.

Fig. 15. Fruit non encore ouvert.

Fig. 16. Un carpelle ouvert.
Fig. 17. Une valve où est indiquée la direction des fibres de l'épiderme interne.

Planche 6.

Campanula glomerata.

Fig. 1. Coupe longitudinale dans la partie inférieure du faisceau de cellules ligneuses de la cloison. *cl*, cellules allongées de la partie interne ; *ce*, cellules à parois épaisses de la partie externe.
Fig. 2. Section longitudinale de l'axe de la capsule. *fa*, faisceau fibreux de l'axe qui reste en place pendant la déhiscence ; *fc*, faisceau de la cloison qui produit la déhiscence en se recourbant par sa partie inférieure.
Fig. 3. Capsule après la déhiscence.

Nicotiana rustica.

Fig. 4. Section transversale de la capsule. *pl*, partie lignifiée; *pm*, partie non lignifiée.

Datura Stramonium.

Fig. 5. La moitié de la capsule où on a enlevé le parenchyme mou interne pour mettre en évidence les faisceaux fibreux *f*.

Hyoscyamus niger.

Fig. 6. Coupe longitudinale dans la région de la ligne de déhiscence. *epi*, épiderme interne lignifié; *epm*, épiderme interne non lignifié destiné à être rompu au moment de la déhiscence; *pm*, parenchyme mou; *pl*, parenchyme ligneux.
Fig. 7. Même coupe, moins grossie. Mêmes notations. *al*, parenchyme mou renfermant des grains d'aleurone; *am*, parenchyme mou renfermant des grains d'amidon.

Verbascum.

Fig. 8. Fruit ouvert.
Fig. 9. Disposition des fibres de l'épiderme interne.

Scrofularia aquatica.

Fig. 10. Fruit ouvert.

Digitalis purpurea.

Fig. 11. Coupe transversale dans les parois de la capsule. *epe*, épiderme externe non lignifié; *pm*, parenchyme mou; *cse*, cellules sous-épidermiques lignifiées; *epi*, épiderme interne formé de fibres lignifiées.
Fig. 12. Capsule à déhiscence loculicide.
Fig. 13. Capsule à déhiscence septicide.

Antirrhinum majus.

Fig. 14. Coupe perpendiculaire à une ligne de déhiscence. *epe*, épiderme externe non lignifié; *pm*, parenchyme mou; *cse*, cellules sous-épidermiques lignifiées; *epi*, épiderme interne lignifié.
Fig. 15. Même coupe dans une région éloignée des pores.
Fig. 16. Capsule où sont indiquées les lignes de déhiscence *ld*.

Planche 7.

Linaria vulgaris.

Fig. 1. Fruit ouvert.
Fig. 2. Coupe longitudinale dans la partie déhiscente. *asc*, assises sous-épidermiques lignifiées; *epi*, épiderme interne.
Fig. 3. Coupe perpendiculaire à une ligne de déhiscence. *cd*, cellules qui seront séparées par la déhiscence.

Acanthus mollis.

Fig. 4. Section transversale du fruit montrant les faisceaux fibreux du placenta *fi*, *fe*.
Fig. 5. Partie ligneuse du placenta divisée en deux portions par la déhiscence.

Primula elatior.

Fig. 6. Coupe transversale dans la partie indéhiscente du fruit. *epe*, épiderme externe non lignifié; *pm*, parenchyme mou; *epi*, épiderme interne en partie lignifié.
Fig. 7. Coupe transversale dans la partie déhiscente. Mêmes notations. *cl*, cellules à parois épaisses lignifiées; *ld*, cellules destinées à être déchirées par la déhiscence.

Anagallis arvensis.

Fig. 8. Parois de la capsule vues de face dans la région de la ligne de déhiscence. *ca*, cellules allongées qui doivent se séparer au moment de la débiscence.

Mercurialis annua.

Fig. 9. Coupe perpendiculaire à la ligne de déhiscence. *pm*, parenchyme ou; *fl*, fibres ligneuses perpendiculaires au plan de la section; *cr*, cellules radiales; *epi*, épiderme interne; *fld*, fibres qui seront séparées par la déhiscence.
Fig. 10. Un carpelle après la déhiscence.

Buxus sempervirens.

Fig. 11. Coupe transversale dans la partie médiane de la couche pierreuse d'une valve. *i*, face interne; *e*, face externe.
Fig. 12. Section dans la partie lignifiée externe. *epe*, épiderme externe.

Planche 8.

Fagus sylvatica.

Fig. 1. Coupe longitudinale dans la cupule. *fl*, fibres ligneuses de la partie interne; *cl*, cellules ligneuses de la partie externe.

Picea.

Fig. 2. Coupe transversale dans la base d'une écaille. *fe*, fibres à parois épaisses de la partie externe; *fm*, fibres à parois plus minces de la partie interne.

Fig. 3. Coupe longitudinale. Mêmes notations; *pm*, parenchyme peu résistant.

Hura crepitans.

Fig. 4. Fruit avant la déhiscence.

Fig. 5. Une valve, vue par la face interne, où est indiquée la direction des fibres ligneuses de la couche interne.

Fig. 6. Même valve, vue par la face externe, où est indiquée la direction des fibres ligneuses de la couche externe.

Grevillea robusta.

Fig. 7. Fruit ouvert.

Asphodelus albus.

Fig. 8. Capsule ouverte.

Fig. 9. Une valve montrant la position des faisceaux fibreux. *fv*, faisceaux verticaux du bord de la valve; *ft*, faisceaux transversaux.

Fig. 10. La même valve vue de profil. *fa*, faisceau fibreux de l'axe restant adhérent à la cloison.

Ophrys aranifera.

Fig. 11. Capsule ouverte.

Fig. 12. Section transversale de la capsule. *npl*, nervures placentaires; *nm*, nervures médianes.

Fig. 13. Coupe transversale dans la région d'une nervure médiane. *pm*, parenchyme mou; *fl*, fibres ligneuses; *ld*, cellules qui seront déchirées au moment de la déhiscence.

RECHERCHES SUR L'ARCHÉGONE

ET LE

DÉVELOPPEMENT DU FRUIT DES MUSCINÉES

Par M. HY.

Par une conséquence naturelle de l'évolution des sciences expérimentales, on observe que l'étude de toute question passe par une série de phases successives. C'est ainsi qu'une période de recherches analytiques succède presque toujours à une première tentative de généralisations précipitées, puis les faits eux-mêmes, mieux connus, deviennent le point de départ d'une nouvelle synthèse.

Depuis quelques années, la morphologie végétale a fait de grands progrès ; on a appris à connaître dans ses moindres détails la structure des organes végétatifs et reproducteurs, on en a suivi les plus faibles variations, puis un jour, frappé de certains caractères communs, on a saisi un enchaînement et essayé d'en exposer les lois.

Il y a quelques années à peine, de premiers efforts ont été tentés en vue d'établir une certaine homologie entre les organes sexués des Cryptogames et des Phanérogames ; cette tentative a fait naître une brillante série de travaux, qui, s'ils n'ont pas atteint le but proposé, ont poussé du moins l'esprit d'analyse à un degré inconnu jusque-là.

Nous possédons aujourd'hui l'un des termes de la question ; on connaît la structure et l'évolution de l'anthère et du sac embryonnaire des Phanérogames. Il n'en est pas de même de l'appareil sexué des Cryptogames. Les nombreuses recherches entreprises à ce sujet ont été dirigées trop souvent par le désir de montrer les affinités naturelles de ces plantes, dans un sens

beaucoup plus étroit que celui où les considère la science actuelle. La connaissance des faits généraux ne suffit plus aujourd'hui; mille détails, méconnus jusqu'ici, peuvent avoir leur importance pour la solution des grandes questions philosophiques qui occupent tous les esprits. Il nous a paru qu'il était temps de les soumettre à une étude plus approfondie, et abordant ici l'un des termes de cette série, nous nous sommes proposé d'étudier spécialement le développement de l'appareil sexué des Muscinées. Il s'agit, en d'autres termes, de connaître exactement l'évolution de l'archégone et du sporogone qui en provient, sans aborder ici la comparaison morphologique avec les Phanérogames pour laquelle trop de données nous font encore défaut.

Ce travail comprendra trois parties ayant pour objet :

1° L'archégone;

2° Le développement du fruit;

3° L'application à la classification naturelle des Muscinées.

DE L'ARCHÉGONE

Et d'abord, que faut-il entendre sous le nom d'archégone? Si nous consultons les ouvrages classiques, nous n'y trouvons même pas les éléments d'une réponse précise. La plupart des auteurs laissent complètement dans l'ombre la notion de l'archégone; à peine quelques-uns essayent-ils d'en fonder une définition sur de petits détails de structure, tels que la forme extérieure de l'organe adulte. M. de Janczewski lui-même n'est guère plus explicite dans les conclusions qui terminent son mémoire (1). Cette réserve, de la part d'un observateur à qui l'on doit la connaissance de tant de faits relatifs à l'archégone, est assez significative; nul doute que, si la conception en eût été bien claire, elle ne se fût dégagée d'elle-même. « Si nous résumons, dit-il, les résultats auxquels l'histoire du développement de l'archégone nous a conduits, nous pouvons admettre que les deux divisions des Cryptogames supérieures possèdent comme organe femelle un archégone. Celui-ci est toujours le même organe dans ses relations morphologiques et physiologiques, et ainsi la parenté naturelle de ces deux classes est très clairement démontrée. Mais, si nous entrons dans les détails de l'organisation, nous acquérons la conviction que chacune de ces divisions possède son propre type d'archégone, dont aucun représentant ne s'écarte jamais. »

Ces expressions, dont le vague n'échappe à personne, résument parfaitement l'état actuel de la question, et seront le point de départ de nos recherches présentes. Nous essayerons de mettre en relief les caractères généraux et particuliers des organes connus sous le nom d'archégone, ce sera le moyen le plus sûr de nous fixer sur le sens qu'il convient d'attacher à ce mot.

Pour atteindre à la précision de langage qu'exigent les

(1) *Vergleichende Untersuch. über die Entwick. des Archegoniums* (*Bot. Zeit.*, 1872, nº 21, p. 442).

sciences naturelles, il devient parfois nécessaire de soumettre à la critique des notions consacrées par l'usage. Sans négliger aucun des documents historiques qui se rapportent à une question, et tout en cherchant à concilier le vocabulaire le plus usité avec la logique qui ressort clairement des faits observés, une discussion sérieuse ne doit pas hésiter à sacrifier résolument la première terminologie, lorsque, en dépit de tous les efforts, l'accord est impossible.

Bien que leur importance soit inégale, il est indispensable toutefois de puiser à l'une et à l'autre source les éléments de solution qu'elles peuvent renfermer. Commençons par le premier point.

RECHERCHE HISTORIQUE SUR L'USAGE DU MOT ARCHÉGONE.

Le terme d'archégone fut introduit dans le langage scientifique par Bischoff, en 1835, pour désigner l'organe producteur du fruit dans les plantes inférieures. « Il devrait y avoir une expression générale, dit-il, pour nommer le fruit des Cryptogames au moment où il apparaît comme partie distincte; ses modifications dans les diverses familles pourraient s'indiquer facilement par une épithète, ainsi dans les Muscinées on l'appellerait *archégone* pistilliforme (1). » Le but évident de l'auteur était de substituer un terme plus exact à celui de *pistil* employé communément avant lui. Malheureusement la nouvelle définition, trop vague dans son énoncé, ne ressort pas avec plus de netteté dans le cours de l'ouvrage, où le même mot, appliqué pourtant aux seules Muscinées, est pris dans une acception tantôt restreinte, tantôt plus étendue. Dans le passage cité, l'archégone comprend, il semble, l'oosphère avec son enveloppe, et c'est ainsi qu'il mérite vraiment le nom de pistilliforme. Plus loin, il se rapporte seulement à l'oosphère (la rangée de cellules de canal était alors à peine soupçonnée), et tout au plus aux premiers rudiments du fruit provenant de

(1) *Bemerkungen über die Lebermoose* (*Nova acta Akad. Leop Carol.*, XVII, 1835, p. 920).

l'œuf fécondé : les enveloppes portent la dénomination nouvelle d'*épigone*. C'est ce qu'on lit aux caractères généraux de la famille : « Fructûs primordium (*Archegonium*) *epigonio* styligero indutum. Epigonium plerumque persistens, ante maturitatem sporangii basi solubile, rarius vertice rumpens, calyptram apicalem sistens (1). »

La notion de l'archégone, obscure dès le début, devint bientôt l'objet d'une nouvelle confusion, car l'idée physiologique sur laquelle ce terme était établi avait le tort d'être prématurée. A cette époque, on connaissait avec certitude l'origine sexuée du fruit des Mousses, et l'on pouvait conjecturer avec une apparence de raison que l'analogie s'étendrait un jour aux plantes vasculaires. Dès lors, il semblait naturel de donner un nom commun à toutes ces jeunes fructifications cryptogamiques. Malheureusement, les observations ultérieures n'ont pas justifié ces présomptions, et lorsqu'en 1848 le comte Leszczyc-Suminski eut découvert les organes reproducteurs sur le prothalle de Fougères (2), les botanistes hésitèrent sur la désignation qu'il convenait de leur donner. Hofmeister appliqua le terme d'archégone à l'appareil femelle lorsqu'il reconnut son existence chez les Prêles en 1851 (3). La même expression fut adoptée par Ad. de Jussieu dans son *Cours élémentaire*, mais à quelques pages de distance on la retrouve employée pour désigner les rudiments des sporanges asexués, qui naissent sur les frondes adultes. L'inconvénient de se servir du même mot pour des organes absolument différents dans les mêmes plantes devait provoquer de justes observations. Pour fixer les hésitations, Bischoff essaya vainement de ramener l'archégone à son sens étymologique, en désignant ainsi l'appareil sporigène issu de la plante adulte, et réservant le nom d'*ovule* (Keimknospe) pour l'organe femelle des prothalles (4). Mais cette décision, malgré la grande autorité de

(1) *Loc. cit.*, p. 959.
(2) *Ann. sc. nat.*, 3e série, t. XI, p. 119.
(3) *Vergleichende Untersuchungen der höherer Kryptogamen*. Leipzig.
(4) *Ann. sc. nat. Bot.*, 3e série, XIX, p. 236.

son auteur, ne fut pas acceptée. Les botanistes ne purent se résoudre à réunir sous une appellation commune des organes aussi disparates que les jeunes fruits des Muscinées d'origine sexuée, et les sporanges neutres des Cryptogames vasculaires. Le terme d'archégone, dans le sens où essayait de le maintenir Bischoff, rentrait dès lors dans la catégorie des mots inutiles, faute d'une application rigoureuse, et condamnés à tomber d'eux-mêmes dans l'oubli. La routine l'en sauva. Les bryologues s'étaient habitués avec Schimper à attacher ce nom à l'organe femelle des Mousses, et ils le conservèrent, faute d'un terme plus général correspondant à celui d'*anthéridie*.

Au fait, le mot *ovule*, comme le fit justement remarquer M. Clos, ne convenait à aucune de ces plantes cryptogames (1), tandis que celui d'archégone, créé pour les Muscinées, exprime exactement l'évolution de l'organe qui devient le point de départ de leur fruit. On conçoit que son emploi y ait paru tout naturel, aussi fut-il bientôt consacré par l'usage universel.

La confusion commença lorsque les physiologistes, voulant exprimer l'homologie de tous les organes femelles des Cryptogames supérieures, en sont venus à leur appliquer indistinctement le même nom. Une fois dans la voie des rapprochements, il n'y eut plus lieu de s'arrêter; on étendit avec autant de raison, sinon plus, la même dénomination aux corpuscules de l'ovule des Gymnospermes, et l'on discute encore aujourd'hui dans quelle mesure il convient de continuer l'assimilation jusqu'aux Angiospermes.

La tendance à élargir outre mesure le sens du mot *archégone* n'a pas manqué de se produire en sens contraire du côté des plantes inférieures, et plusieurs auteurs, se laissant guider par la même méthode d'analogie, l'ont employé comme synonyme d'oogone pour désigner les organes femelles des Thallophytes.

On voit par cet aperçu que : 1° l'application du terme d'ar-

(1) *Bull. Soc. Bot.*, séance du 10 juillet, t. IV, p. 739.

chégone est loin d'être fixée avec précision, et 2° le sens de ce mot a fini par perdre toute valeur en raison même de l'extension exagérée qu'il a progressivement acquise.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ARCHÉGONES.

L'incertitude des données historiques nous met dès lors à l'aise pour établir une notion rationnelle de l'archégone sans craindre de nous heurter à une tradition nettement formulée, et nous permet de tenir compte avant tout des caractères intrinsèques.

Une plus sérieuse difficulté consiste à se tenir en garde contre deux tendances excessives et opposées : celle de comprendre sous une dénomination commune des parties qui n'ont qu'une ressemblance éloignée, comme aussi de donner des noms différents à des organes évidemment homologues, car il est tout aussi préjudiciable à la science de confondre sous prétexte de synthèse ce qui doit demeurer distinct, que de séparer arbitrairement ce que la nature unit.

Pour garder la juste mesure et trouver la vraie notion que nous cherchons, il est nécessaire d'interroger à la fois la physiologie et la morphologie; c'est sans doute pour s'être exclusivement appuyé sur l'une ou l'autre méthode que l'on est arrivé à des résultats incomplets ou contradictoires. Il ne suffit pas de suivre un membre quelconque dans les formes extérieures qu'il revêt depuis son origine jusqu'à son état adulte, il faut tenir compte encore des fonctions dont il devient le siège et des modifications, souvent tardives, qu'y détermine le travail organique. Une analyse minutieuse et complète pourra seule établir en quoi consistent ces relations entre tous les archégones dont parle M. de Janczewski, et aussi les particularités qui nous obligent à y reconnaître des catégories distinctes.

Caractères généraux des archégones envisagés dans l'ensemble des Muscinées et des Cryptogames vasculaires.

Considérés suivant cette première acception, qui semble aujourd'hui prédominante, ces organes possèdent-ils des caractères communs? Peut-on y signaler en outre des propriétés caractéristiques qui les distinguent de tout autre organe, d'ailleurs voisin? Telles sont les deux questions que nous avons à nous poser.

1° *Caractères communs.* — Quelque soin que l'on apporte à cette recherche, on ne saurait en découvrir que deux. L'un appartient à l'ordre morphologique, et consiste en ce que la cellule mère de l'oogone se dédouble par une cloison transversale en deux cellules, dont l'inférieure devient l'oosphère, et la supérieure rangée ou cellule de canal. Pour cela, la cellule unique ou les cellules nombreuses qui en proviennent finalement gélifient leurs membranes et servent ainsi à conduire les anthérozoïdes.

Le second, purement physiologique, consiste dans l'identité de fonctions. Quelle que soit leur forme variée, ce sont toujours des organes protecteurs de l'oosphère clos à l'origine et s'ouvrant longitudinalement pour la fécondation.

2° *Caractères propres.* — La seconde partie de cette recherche n'aboutit qu'à un résultat négatif. Il n'est pas, en effet, un seul trait d'organisation qui soit spécial à l'archégone considéré dans l'ensemble des Cryptogames supérieures.

Ces caractères, s'ils existaient, ne pourraient être que l'un des deux qui conviennent à tous les archégones; or ni l'un ni l'autre ne peut revendiquer la note distinctive que nous cherchons.

L'existence d'une cellule de canal dans les Gymnospermes a été très nettement établie par les observations de M. Strasburger, car la petite cellule qui surmonte l'oosphère, par la dissociation qu'elle détermine des cellules de la rosette et par sa résorption finale, reproduit exactement les phénomènes qui

se passent dans l'unique cellule de canal des Fougères.

Quant aux fonctions de l'archégone, elles sont moins caractéristiques encore. Outre qu'elles s'observent presque identiques chez les Gymnospermes, elles se retrouvent, à quelques degrés de simplification près, chez plusieurs Thallophytes oosporés, où l'oogone constitue aussi un sac protecteur de l'oosphère fermée au début et s'ouvrant au sommet pour la fécondation. Sous ce rapport, on peut dire que les transitions sont insensiblement ménagées depuis les *Vaucheria*, où l'oogone est et reste nu, jusqu'aux *Coleochæte*, où il se recouvre d'une enveloppe après la fécondation, et aux Characées, où la cortication de l'oogone accompagne son développement. De là aux Muscinées il n'y a qu'un pas; il n'est donc pas étonnant que les définitions proposées pour l'archégone manquent de netteté. La ressemblance extérieure sur laquelle on s'est fondé ne peut être regardée comme sérieuse. On a souvent attribué à tous les archégones la forme d'une bouteille; ceci n'est réellement exact que pour la plupart des Hépatiques. Dans les Mousses, ils représentent plutôt une longue colonne presque cylindrique creusée dans son axe jusque vers le tiers ou le quart inférieur et légèrement renflée en ce point. Chez les Fougères qui, avec les Prêles, parmi les plantes vasculaires, s'écartent le moins de la forme assignée, cette bouteille se réduit à un goulot très déprimé; enfin ce col même manque totalement dans les *Anthoceros*, les *Isoetes* et les Sélaginelles. D'autre part l'apparence lagéniforme d'un grand nombre d'oogones de Thallophytes achève d'enlever toute valeur à la définition proposée.

De ce qui précède on est forcé de conclure en toute rigueur que l'emploi du mot archégone pour les organes femelles des Muscinées et des Cryptogames vasculaires ne peut être justifié, puisque sa notion ne repose sur aucune base solide. Par suite, le nom d'Archégoniatées donné en commun à ces deux groupes de végétaux, bien qu'il tende à devenir aujourd'hui prédominant, n'exprime aucune propriété caractéristique et doit être abandonné.

Caractères généraux de l'archégone des Muscinées.

Si nous envisageons maintenant l'archégone dans le groupe plus restreint des Muscinées, nous y découvrons immédiatement plusieurs caractères importants qui lui assurent une autonomie incontestable. Ces propriétés générales ressortent du développement de l'organe et de sa nature morphologique.

1° *Caractères tirés du développement.* — Hofmeister, à qui l'on doit les premières recherches sur ce point, attribuait la croissance de l'archégone à une cellule terminale à deux faces produisant deux rangées longitudinales de cellules par les segmentations alternatives de sa base; d'après lui, la rangée axile ne se formait que plus tard par des cloisons périclines (1). M. Kny le premier vit bien que la cellule axile, dans le *Riccia Bischoffii*, résultait des premières divisions tangentielles de la cellule mère, mais il crut y distinguer quatre cloisons longitudinales et, par suite, quatre cellules périphériques (2). M. Strasburger décrivit un mode de formation analogue dans le M. *Marchantia* (3) M. E. Kühn, de son côté, observait dans les *Andreæa* la même apparition des cloisons tangentielles, mais au nombre de trois seulement : d'ailleurs chacune des trois cellules périphériques se dédoublait aussitôt par une cloison longitudinale radiale (4). M. de Janczewski, étendant ses recherches aux divers groupes des Muscinées, confirma les observations de M. Kühn (5). Enfin M. Leitgeb a montré que cette croissance est générale dans les types les plus variés des Hépa-

(1) Hofmeister, *Vergleichende Untersuch. d. höherer Kryptog.*, p. 16 et 36.

(2) Kny, *Entwickelung d.* Riccia (*Pringsh. Jahrb.*, t. V, p. 364).

(3) Strasburger, *Befruchtung bei* Marchantia (*Pringsh. Jahrb.*, VII, p. 409).

(4) E. Kühn, *Entwickelungsgeschichte der Andreæaceen* (*Inaug. dissert.*, Leipzig, 1870, p. 28, fig. 37).

(5) E. Janczewski, *Vergleichende Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte d. Archegoniums* (*Bot. Zeit.*, 1872, n° 21, p. 377).

tiques (1) et se retrouve même dans les genres les plus excentriques, tels que l'*Anthoceros* (2) et l'*Archidium* (3).

Nous avons pu constater ce même développements chez diverses Muscinées appartenant aux genres *Fontinalis*, *Sphagnum*, *Lejeunia;* aussi la concordance des résultats fournis par des plantes si éloignées nous permet de les généraliser. On peut résumer ces caractères en trois points :

1° L'archégone procède toujours en entier d'*une même cellule primordiale* qui, après s'être séparée d'une cellule inférieure par une cloison transversale, produit par ses divisions ultérieures l'oosphère, la rangée du canal et leur commune enveloppe.

2° Cette division résulte de l'apparition successive de trois cloisons longitudinales, deux premières anticlines et une dernière péricline, qui séparent une cellule axile d'où naîtront l'oosphère et les cellules de canal, et trois périphériques servant de point de départ au sac de l'archégone (Pl. 9, fig. 3 *b*).

3° Par suite de la formation de cloisons transversales au sein de la cellule axile, il se forme une *série* longitudinale de nombreuses cellules de canal, que d'après leur origine on peut distinguer en plusieurs catégories. Des deux cellules qui se montrent d'abord, l'inférieure est le point de départ de la région ventrale, la supérieure l'origine de la région du col de l'archégone. La première (*Centralzelle* de Janczewski) ne subit qu'une seule division ultérieure en donnant naissance à l'oosphère (*Embryonalzelle*), et au-dessus à la cellule ventrale de canal (*Bauchkanalzelle*). La seconde (*primäre kanalinitiale*) produit une rangée de cellules en nombre variable, mais toujours multiple de quatre, par bipartitions se succédant en direction basifuge.

(1) H. Leitgeb, *Wachsthumsgeschichte v.* Radula (*Sitzungb.d. Wien Akad.*, vol. LXIII). — *Untersuchungen über die Lebermoose.* Heft I : *Blasia* (1874). — Heft 2, *Jungermannen folios.* (1875). — Heft 3, *Jungerm. frondos.* (1877). — Heft 4, *Riccieen* (1879).

(2) Heft 5, *Die Anthoceroteen* (1879).

(3) *Das Sporogonium v.* Archidium (*Sitzungsb.*, 1875, p. 460).

Le mode de croissance révèle ainsi une étroite parenté entre les archégones des Muscinées, mais d'autre part il les isole complètement des organes femelles des autres Cryptogames. Pour ne parler que des Vasculaires, l'opposition ressort très clairement.

1° L'organe que chez ces plantes on a nommé archégone ne présente plus le même caractère d'autonomie dans son ensemble, puisque chacune de ses parties suit son développement particulier et indépendant. Le col, par exemple, n'a aucune communauté d'origine avec les parois ventrales, et celles-ci ne présentent d'autre relation avec l'oosphère que leur juxtaposition.

2° Les cellules initiales du col, au lieu de résulter d'un cloisonnement longitudinal tangentiel aux dépens d'une cellule unique, sont formées par bipartition cruciale d'une cellule épidermique, d'une façon qui rappelle absolument la formation de certains stomates.

3° L'organe proprement dit se réduit en définitive à l'oosphère surmontée d'une seule cellule déliquescente qui ne peut être assimilée qu'à la cellule ventrale des Muscinées. Il n'y a donc rien ici qui corresponde à la rangée de cellules de canal.

2° *Caractères morphologiques.* — La nature morphologique de l'archégone, chez des plantes aussi peu différenciées que les Muscinées, est un des points que l'imperfection des méthodes rend le plus difficile à établir. En effet, la plupart des moyens d'investigation que permettent les végétaux supérieurs font ici complètement défaut : les points de repère manquent, si l'on veut suivre l'évolution des organes, et, si l'on étudie les parties adultes, on reste privé de toutes les ressources que présente ailleurs la symétrie des divers tissus, et surtout l'orientation des faisceaux. Il n'est donc pas étonnant que cet ordre de recherches ne puisse conduire à la certitude absolue.

Nous croyons cependant qu'on peut arriver à une certitude relative beaucoup plus satisfaisante que les hypothèses formu-

lées depuis longtemps, sans autre fondement que le caprice des auteurs ou leur désir de voir les faits s'accommoder à leurs théories. Nous dégageant de toute idée préconçue, nous avons voulu demander à ces organes si mal différenciés tout ce qu'ils pouvaient nous donner de renseignements morphologiques, pensant qu'on ne doit faire appel à une hypothèse qu'après avoir épuisé toutes les sources d'information positive. Cette étude a eu pour conséquence de nous éclairer d'une manière assez certaine, ce nous semble, sur la nature réelle de l'archégone, que nous regardons comme *axile*. Sans entrer dès maintenant dans le détail des faits qui appuient cette conception, qu'il nous suffise de les énoncer brièvement.

1° Il est un cas, aussi décisif que général, où l'on peut conclure de la *position* occupée par l'archégone à son origine que c'est un rameau véritable. Tous les observateurs sont d'accord pour reconnaître que le premier qui naît au sommet de l'axe floral dérive directement de la cellule terminale (1). La vérification de ce fait n'est facile, il faut le dire, que dans les cas assez rares où l'archégone terminal est solitaire. Ainsi dans le *Lejeunia inconspicua* (Pl. 9, fig. 2), ou certains *Sphagnum*, tels que le *S. cuspidatum* (Pl. 9, fig. 1), on voit très clairement l'axe se continuer directement dans l'archégone et se terminer avec lui.

Dans d'autres exemples fournis par les genres où les organes reproducteurs sont groupés en petit nombre, tels que les *Pleuridium* chez les Mousses, ou les *Frullania*, *Radula* parmi les Hépatiques, l'observation reste aussi claire, au moins pour le premier archégone, qui se forme toujours aux dépens de la cellule terminale. Mais quelle est la nature des autres qui ne tardent pas à apparaître à ses côtés? Au lieu d'y voir de simples poils, il est plus naturel d'admettre qu'ils ont la même nature que le premier, que ce sont des axes secon-

(1) Leitgeb, *Untersuch. über d. Leberm* : Heft 2, *Jungerm. folios*, pl. I, fig. 2 et 3; pl. I, fig. 17 et 19; pl. III, fig. 21; pl. IX, fig. 7.— Kühn, *Entwick. d. Andreæaceen*, pl. VI, fig. 36 et 37.

daires nés au-dessous de lui, comme on le voit dans le cas de mainte inflorescence définie chez les végétaux supérieurs. L'ensemble représente ainsi une véritable cyme contractée. L'observation directe manque de netteté lorsque le réceptacle se garnit de nombreux organes floraux, car alors la croissance terminale aux dépens d'une cellule unique, qu'on s'est trop habitué à retrouver partout chez les Cryptogames, cesse avant la différenciation du premier archégone. Elle fait place à un méristème qui, par cloisonnement rapide et en sens divers, s'étend comme un plateau au sommet du rameau fertile, et sur lequel tous les archégones apparaissent presque simultanément. La difficulté s'accroît encore lorsque, chez les Hépatiques inférieures, le développement des archégones se fait sur un axe mal différencié lui-même. Toutefois l'observation ne laisse pas d'y être souvent concluante : ainsi, dans le *Blyttia Lyellii*, l'axe du thalle est parcouru par une nervure longitudinale de procambium qui s'allonge sans interruption pendant le développement végétatif de la plante. Au moment venu pour l'apparition des organes reproducteurs, le sommet de croissance se bifurque, et il se fait un temps d'arrêt dans la formation de la nervure. C'est seulement après la constitution du plateau de méristème destiné à devenir le réceptacle que de nouvelles cellules se différencient à la suite de l'ancienne nervure pour la continuer. La reprise toutefois n'est pas sans laisser sa trace dans l'organe tout formé, et l'interruption reste assez visible pour qu'on puisse en déduire l'existence d'un véritable sympode. L'axe primaire du thalle s'est réellement terminé dans le réceptacle, et celui qui lui a succédé est d'origine secondaire, quoiqu'il semble le continuer directement. Enfin, dans d'autres plantes de plus en plus dégradées, le problème devient insoluble pour l'observation directe, qui ne permet plus même de se prononcer sur la nature définie ou indéfinie de l'inflorescence.

Dans tous les cas, l'apparition de simples poils ne se fait pas avec cette uniformité : ils sont de leur nature épars sur la surface des thalles sans relation avec le plan médian ; jamais

ils ne procèdent immédiatement du sommet végétatif, jamais non plus leur présence ne peut déterminer un axe quelconque. Les archégones sont donc autre chose que des poils, ce sont de vrais rameaux hétérogènes et dressés, qui constituent même les seules parties douées de croissance ascendante chez ces représentants dégradés des plantes cormophytes, où le corps entier s'étale dans le plan du support.

2° Avant d'avoir atteint sa forme parfaite, l'archégone, chez les Mousses, présente un accroissement terminal inconnu dans les productions épidermiques (1). Ce n'est pas une apparition quelconque de cloisons, mais une tripartition véritable qui s'opère au sein de la cellule operculaire pour donner naissance à la région supérieure du col, avec la même régularité et suivant le même mode que dans les cellules terminales ordinaires. La parfaite conformité de développement est ici l'indice d'une communauté de nature.

3° La structure anatomique de l'organe adulte, et mieux encore si on le considère après les modifications remarquables déterminées par la fécondation, nous présente une polysymétrie parfaite qu'on chercherait vainement en dehors des axes. La ressemblance est si complète, que plus d'une fois les observateurs s'y sont trompés: ainsi on a généralement attribué la formation de la vaginule à une accrescence du réceptacle floral, alors que le plus souvent, chez les Mousses acrocarpes, cet organe est constitué tout simplement par la base pédicellaire de l'archégone accrue et perforée par le pied de la soie. Dans tous les cas, la similitude est telle entre ces deux parties après leur croissance, la continuité si parfaite, qu'il devient impossible souvent de leur fixer une délimitation certaine.

4° Si l'archégone est un ramuscule très modifié, il est accompagné d'appendices non moins différents des feuilles végétatives, les paraphyses. La nature de ces filaments, très controversée, n'est pourtant pas douteuse dans bien des cas, comme nous l'établirons plus loin. Vers les parties inférieures,

(1) E. Janczewski, *Vergleich. Untersuch. über Entwick. d. Archeg. Laubmoose*, 4 ad 4, p. 412.

où elles sont entremêlées aux feuilles normales, elles apparaissent comme une dépendance de ces dernières par dédoublement latéral de leur limbe. Plus haut, c'est par des transitions insensibles que parfois on assiste au passage des unes aux autres. Leur développement enfin nettement basipète, quand il est suffisamment prolongé, ajoute un trait caractéristique à leur nature foliaire. Ce sont comme les bractées de l'inflorescence; elles correspondent même aux bractéoles, en montrant sa nature axile, lorsqu'elles sont insérées sur le pédicelle de l'archégone, au lieu de naître sur le réceptacle (*Leptodon*, Neckéracées).

5° Non seulement enfin l'archégone n'est pas un poil, mais lui-même se revêt très fréquemment de poils. S'il s'agissait d'une simple ramification, on retrouverait quelque ressemblance, ou du moins une continuité de développement entre le tronc supposé principal et ses divisions. Il n'en est rien; les poils hérissés des Orthotrics, par exemple, ou la chevelure tombante du Polytric, ne peuvent être regardés comme une simple ramification de la coiffe qu'ils recouvrent; ils représentent une formation distincte, puisqu'ils n'y apparaissent qu'après une longue période de repos, et suivant des processus absolument contraires.

De tous ces faits on peut conclure, il semble, avec une probabilité voisine de la certitude, que l'archégone des Muscinées n'est pas une simple production épidermique, mais bien un rameau aussi remarquable par son origine que par les fonctions qu'il est destiné à remplir; il contraste donc absolument, sous ce rapport, avec l'organe femelle des Vasculaires qui se réduit, dans ses parties essentielles, à la simple division d'une cellule sous-épidermique, et qui, dans ses annexes, ne présente aucun caractère de membre axile (1).

(1) Dans les *Grimmiæ Tatrenses*, publiés en 1882 à Varsovie, le Dr Chalubinski expose des faits tératologiques observés sur le *Gehebia cataractarum*, et croit pouvoir en conclure la nature *foliaire* des archégones.

D'après lui, le sommet des tiges primaires se termine par un bourgeon caduc imitant un involucre et renfermant trois sortes d'organes : au centre, quelques

On peut enfin conclure qu'au double point de vue de la morphologie et du mode de développement, les organes femelles des Cryptogames supérieures forment deux types tranchés et irréductibles. En effet, ces différences, marquées dès le début par une divergence complète sous le rapport de l'insertion et du mode de cloisonnement, ne peuvent être attribuées à un arrêt de développement qui empêcherait les archégones d'atteindre le même degré de perfection dans une classe que dans l'autre. Il semble, par conséquent, impossible de justifier l'homologie de ces organes, qui ne se rapprochent qu'au point de vue des fonctions immédiates.

Bien que notre but ne soit pas de rechercher ici à quels organes des Muscinées pourraient correspondre les archégones des Vasculaires, nous signalerons seulement la ressemblance frappante qu'ils présentent au commencement de leur évolu-

archégones normalement développés; d'autres plus ou moins complètement transformés en phyllodes; enfin, parmi les feuilles involucrales, des organes foliacés n'ayant aucune ressemblance avec des archégones.

Pour discuter la nature de ces organes, rien ne peut suppléer l'observation directe, et les figures 28 et 29, planche XII, données par l'auteur, sont d'un trop faible secours. On sait d'ailleurs combien l'interprétation des anomalies tératologiques est délicate, spécialement lorsqu'il s'agit des Muscinées, où les membres, mal différenciés, revêtent souvent des apparences trompeuses. Néanmoins il peut être utile de signaler ici à cette occasion quelques observations analogues; elles n'ajouteront que peu de valeur aux conclusions beaucoup plus sûres que nous a fournies l'étude du développement, mais elles seront de nature à jeter quelque lumière sur les faits indiqués par le Dr Chalubinski.

1° Diverses espèces de Mousses nous ont offert accidentellement des archégones *transformés en anthéridies* à leur sommet : l'*Atrichum undulatum* est une des plantes où ce phénomène est le plus fréquent, notamment dans les inflorescences synoïques terminant la tige de deux ans, signalées à la page 125 de ce mémoire.

2° L'*Anomodon viticulosus* nous a montré des archégones *imperforés* et claviformes imitant l'aspect du spadice qui termine l'inflorescence de nos *Arum* : les dimensions de l'organe modifié étaient deux fois plus grandes environ qu'à l'état normal

Jamais nous n'avons vu d'archégone se terminer par une lame foliacée. Toutefois cette illusion n'est pas impossible, si l'on examine à un état de vieillesse avancée, après qu'il s'est vidé, le sac anthéridien qui se substitue accidentellement au col de l'archégone. Les parois, affaissées sur elles-mêmes,

tion avec les stomates des *Anthoceros*. On sait que cette Hépatique très dégradée a été placée par les partisans du système de l'évolution à la bifurcation des deux branches supérieures des Cryptogames. On sait encore, depuis la découverte de M. de Janczewski (1), que des *stomates* existent à la face inférieure de son thalle. Or, pour peu qu'on examine attentivement ces petits organes prétendus respiratoires, on s'aperçoit que :

1° Ils sont très rares (ce qui aide à les découvrir, c'est qu'ils se trouvent constamment limités au voisinage du point végétatif et disposés sur deux ou quatre rangs (Pl. 10, fig. 18).

2° Se montrant seulement à la page du thalle adhérente au support, ils se trouvent dans une situation très défavorable à la fonction qu'ils sont censés remplir.

3° Ils n'apparaissent que lorsque la plante a atteint l'âge adulte, contrairement à ce qui s'observe pour les vrais sto-

pourraient simuler une foliole, si l'on n'était averti par les deux plans de cellules et leur structure caractéristique.

Sur les échantillons de *Gehebia* que nous a obligeamment communiqués M. Bescherelle, nous n'avons réussi à découvrir que la troisième catégorie d'organes décrits par le Dr Chalubinski, des paraphyses plus ou moins modifiées.

Le même auteur termine ses remarques sur le *Gehebia* par une assertion qui n'est pas de nature à nous rassurer sur l'exactitude des observations précédentes. D'après lui, le ver parasite des Mousses n'établit son domicile qu'à l'intérieur des bourgeons à anthéridies, et par suite sa seule présence sur une touffe de *Gehebia* lui paraît suffisante pour conclure *sans aucun doute* qu'il a découvert l'individu mâle de cette espèce prétendue dioïque.

Il n'est pas nécessaire d'avoir observé longtemps pour s'assurer que les Mousses les plus diverses, hermaphrodites ou unisexuées, sont indifféremment attaquées par le *Tylenchus Askenasyi* Butschli. Au mois d'avril, autour d'Angers, un grand nombre d'involucres femelles des *Pogonatum nanum* et *aloides* sont transformés en nids habités par de nombreuses familles de ce Nématode. A l'automne, les *Hypnum illecebrum* et *cespitosum* sont aussi fréquemment atteints, non pas même dans leurs bourgeons floraux, mais à l'extrémité des rameaux végétatifs. L'apparence de cette pousse modifiée à son sommet n'est pas sans rappeler celle des involucres anthéridiens par ses folioles plus larges, imbriquées et colorées en rouge. Pour éviter toute méprise à cet égard, il suffit de se rappeler que les involucres mâles et femelles des Hypnacées sont constamment sessiles le long de l'axe principal ou secondaire.

(1) *Ann. sc. nat.*, Bot., 5e série, XVI, p. 308.

mates, qui se dessinent sur les premiers rudiments du thalle dans les Hépatiques voisines.

4° Ils n'ont aucune relation de nombre ni de position avec les larges cavités aérifères dont est souvent creusé le thalle, et qui restent parfaitement closes.

5° La cavité qu'ils limitent se remplit de mucilage formé par les parois voisines, et bientôt même se trouve normalement envahie par des organismes parasites. Il faut donc admettre que le rôle de ces stomates, comme organes, est complètement annihilé.

Le véritable intérêt qui s'y rattache est d'un autre ordre, et il aurait dû frapper les théoriciens en quête d'homologies vraies ou supposées. En comparant leur mode d'apparition et de localisation, on reste frappé de leur complète ressemblance avec le premier début de ce que l'on appelle l'archégone des Cryptogames vasculaires. De part et d'autre on voit :

1° Une cellule épidermique de la page inférieure du thalle se diviser par bipartition cruciale, et se soulever au-dessus des tissus sous-jacents pour former une petite cavité infundibuliforme (Pl. 10, fig. 20).

2° Le mucilage fourni par la gélification des membranes emplir bientôt cette chambre, et sa poussée déterminer la dissociation des cellules operculaires.

Sans attacher à cette similitude plus d'importance qu'elle ne comporte, on peut dire qu'elle possède un avantage sur la théorie qui admet l'homologie de tous les archégones, celui de tenir mieux compte des données fournies par le développement et la situation respective des organes. Car si l'on voulait, à l'exemple de M. de Saporta (1), comparer au prothalle des Fougères le thalle des Anthoceros, ce dernier ne représenterait après tout qu'un prothalle renversé, puisque c'est à sa page supérieure que naissent les anthéridies et les archégones, tandis que ces organes reproducteurs croissent au milieu des poils radicaux sur la face ventrale des prothalles.

(1) *L'évolution des Cryptogames*, p. 111.

Conclusions. — Comme conclusion pratique de la discussion précédente, nous dirons que, si l'on veut assurer au terme d'archégone une signification précise et rationnelle, on ne peut hésiter qu'entre deux applications possibles.

L'une, vague, correspondant au terme d'anthéridie, serait commune aux organes femelles de toutes les Cryptogames; l'autre, plus restreinte, désignerait spécialement le même appareil chez les Muscinées.

La première acception aurait l'avantage de se concilier peut-être plus aisément avec la terminologie commune; toutefois, dans ce cas même on ne peut l'accepter que faute d'un terme plus général. Dans l'autre sens, le mot *archégone* répond exactement à sa signification étymologique, à son application à la fois la plus ancienne et la plus constante, par suite la plus authentique. C'est celui où nous le prendrons ici.

PRINCIPALES FORMES DE L'ARCHÉGONE.

Quoique l'organe femelle des Muscinées présente une somme importante de caractères communs, que nous venons de résumer, il revêt cependant, suivant les cas, des formes très distinctes que nous pouvons considérer ici au double point de vue du mode de développement et de la différenciation externe.

DÉVELOPPEMENT DE L'ARCHÉGONE.

Les connaissances actuelles sur l'organisation comparée de l'archégone des Muscinées résultent principalement des recherches de M. de Janczewski; celles auxquelles nous nous sommes livré nous ont montré presque sur tous les points l'exactitude des faits énoncés; aussi nous nous bornerons à présenter ici quelques détails complémentaires ou restrictifs.

1° *Insertion de l'archégone.* — La cellule primitive de l'archégone se montre en des positions variées.

Lorsque celui-ci est solitaire à l'extrémité d'un axe diffé-

rencié, ou lorsqu'il s'y produit un premier archégone distinct, il se forme aux dépens de la cellule terminale elle-même.

Nous avons encore vu plus haut que cette cellule mère est voisine du point végétatif et dérive de ses premières divisions, s'il s'agit des archégones secondaires ou de ceux qui naissent en grand nombre sur un même réceptacle terminal, ou enfin de ceux qui apparaissent sur un thalle à croissance indéfinie.

Mais il faut signaler encore quelques cas, chez les Mousses acrocarpes, d'archégones *axillaires*. Ces exemples sont rares, et ils ont pu échapper à Schimper, qui a écrit que les organes mâles peuvent être axillaires, mais que les organes femelles ne le sont jamais (1).

Lorsque cet auteur, décrivant l'inflorescence du *Pleuridium nitidum*, parle des tiges secondaires qui naissent au-dessous du fruit, et même *à la base des jeunes fleurs*, de manière à produire la même année plusieurs fructifications, il a cherché à ramener au phénomène général des innovations un cas particulier qui ne s'y rattache pas. Car il est facile de voir, si l'on observe un grand nombre de tiges, que dès le début l'archégone y occupe souvent une place latérale, au lieu d'en être dévié par la formation ultérieure d'un sympode.

Un fait analogue s'observe dans les inflorescences anormalement synoïques de l'*Atrichum undulatum*. Au lieu d'y occuper la partie centrale, comme c'est la règle dans ces sortes d'inflorescences, les archégones laissent cette place aux anthéridies, et se trouvent répartis en petit nombre sur le pourtour à l'aisselle des feuilles de l'involucre. Comme dès lors ils représentent seulement des ramuscules secondaires, on conçoit que l'axe principal continue à s'accroître par prolifération au milieu du capitule d'anthéridies, suivant le mode ordinaire dans la famille des Polytrics. Ici encore cette évolution ultérieure de l'axe floral pourrait en imposer à l'observateur superficiel, et simuler une innovation latérale (très rare, on le sait, dans les espèces de ce groupe naturel, où le développe-

(1) *Recherches anatomiques sur les Mousses*, thèse 1848, p. 49.

ment d'un archégone arrête fatalement celui du rameau qui le porte). Dans le cas présent, l'exception n'est qu'apparente sous le rapport de la ramification; ce qu'il y a d'anormal tient uniquement à l'insertion de l'archégone, latérale dès son origine (1).

2° *Croissance.* — Sous le rapport de la croissance, l'archégone des *Anthoceros* s'écarte, on le sait, de tous les autres par le remarquable phénomène de concrescence qui l'unit aux tissus contigus du thalle. Pour cette raison, M. de Janczewski le dit mal *individualisé*, tout en le déclarant parfaitement *différencié* par rapport au thalle. Nous croyons cette dernière assertion exagérée; car, sur toutes les préparations que nous avons faites, c'est à peine si l'on saisit une légère différence dans la dimension des cellules; pour leur contenu, il est identique (Pl. 9, fig. 20 et 22).

3° *Cellule operculaire.* — M. de Janczewski a bien montré la différence qui existe entre les Mousses et les Hépatiques sous le rapport de la cellule operculaire de l'archégone, inactive chez celles-ci, douée d'accroissement terminal chez les autres (2). Sous ce rapport, on observe cependant de notables différences : la cellule operculaire des Mousses, en continuant à former des segments tangentiels, fournit bien d'ordinaire de

(1) Cette interprétation que nous donnons de rameaux secondaires à des archégones latéraux peut sembler paradoxale à ceux qui ne reconnaissent pas aux Muscinées le mode de ramification axillaire, et par suite difficile à concilier avec leur nature axile que nous croyons avoir établie plus haut. Comme ce n'est pas le lieu de développer, contrairement à l'opinion reçue, les preuves qui établissent avec quelle diversité s'opère la ramification des Mousses, qu'il suffise ici, pour l'appui de notre cause, de signaler à la vérification des botanistes un exemple incontestable de rameaux *axillaires* dans la famille même qui nous occupe. Si l'on suit l'apparition des tiges secondaires sur le rhizome de *Polytrichum commune*, on les voit se former à l'aisselle des écailles souterraines sous forme de petits bourgeons qui peuvent demeurer parfois plusieurs années à l'état latent, jusqu'à ce qu'une cause physiologique vienne favoriser leur développement définitif. On pourra hâter ce phénomène en plaçant le rhizome dans des conditions anormales de lumière et d'aération, et, au bout de peu de jours, tous ces petits bourgeons axillaires commenceront à s'allonger en tiges nouvelles.

(2) *Bot. Zeit.*, loc. cit., p. 412.

nouvelles cellules à la rangée de canal et au col de l'archégone, mais il est des cas où tout son accroissement consiste à former quelques cloisons irrégulièrement orientées, et dirigées surtout en sens radial. C'est ainsi que prennent naissance les archégones claviformes (Pl. 9, fig. 4).

On peut ajouter que l'archégone des *Anthoceros* diffère encore sous ce rapport de tous les autres par l'absence totale de cellule operculaire. L'observation directe de ce fait est très délicate, et la simple inspection des sections longitudinales peu démonstrative. Ce qui confirme notre opinion, c'est l'observation de l'organe adulte. Les cellules supérieures de bordure, qui devraient être au nombre de quatre, si elles provenaient d'une cellule operculaire, se sont toujours montrées à nous exactement de même nombre que les rangées sous-jacentes du col. Il semble donc naturel de penser qu'elles procèdent par cloisonnement transversal d'initiales communes.

4° La *structure du col* est d'autant plus variable que l'archégone appartient à des Muscinées moins élevées en organisation. Le nombre normal de six rangées, chez toutes les Mousses et les Marchantiées, provient de ce que chacune des trois cellules initiales se divise au début longitudinalement par une cloison radiale. Ce nombre descend à cinq dans les Jungermannes par arrêt de développement, la troisième cellule restant indivise (Pl. 10, fig. 26). Dans les *Anthoceros* et les *Riccia*, les partitions longitudinales sont beaucoup moins régulières : il ne s'en produit constamment une seule que dans la seconde cellule ; la première en compte quelquefois deux, la troisième parfois aucune : d'où résultent quatre principales combinaisons, donnant au total de cinq à sept rangées.

Il faut observer encore que le nombre des rangées de cellules du col, chez les autres Muscinées, doit se compter à la partie moyenne ou supérieure de cet organe. Vers la base on trouve une région de passage où les cloisonnements, de plus en plus nombreux et irréguliers, montrent un acheminement à ceux de la région ventrale : dès lors toute régularité disparaît

complètement. On doit faire aussi la même réserve pour l'extrême sommet, lorsqu'il tend à devenir claviforme.

Pour l'épaisseur des parois, il faut se borner à des indications très générales, car les exceptions y sont nombreuses. Toutefois M. de Janczewski a bien vu que le nombre des assises est de deux sur le col et de quatre sur le ventre de l'archégone des *Sphagnum*, contrairement aux figures données autrefois par Schimper et si souvent reproduites depuis dans les ouvrages classiques (Pl. 9, fig. 9, 10 et 11).

DIFFÉRENCIATION EXTERNE.

Sous ce rapport, nous pouvons considérer l'archégone des *Sphagnum* comme représentant le type le plus parfait de tous pour le développement considérable et la juste proportion de ses parties. Celles-ci, en effet, se montrent très nettement au nombre de trois, presque d'égale longueur. L'inférieure, constituée par une colonne cylindrique, pleine, servant de support, peut être désignée sous le nom de *pédoncule*. A son sommet les parois se creusent en se renflant sensiblement ; la cavité étroite qu'elles limitent, et au sein de laquelle on aperçoit l'oosphère, forme le *ventre* ou encore le *sac archégonial*. Puis au-dessus s'élève le *col*, cylindre tubuleux, aminci, fermé au sommet jusqu'à la fécondation par les cellules operculaires.

Ces trois parties ne manquent à aucune vraie Mousse. Chez les Hépatiques au contraire, le pédoncule se réduit ordinairement à une ou deux assises cellulaires jusqu'à devenir complètement nul : leur archégone est donc sessile ou subsessile.

Le ventre se distingue toujours du col par le fait qu'il renferme la cellule embryonnaire, bien que parfois il ne se fasse remarquer extérieurement par aucune apparence de renflement : ainsi l'archégone adulte des *Madotheca* se présente sous l'aspect d'une colonne courte et parfaitement cylindrique. Autre part, c'est l'extrémité même du col qui possède le plus grand diamètre, ce qui donne à tout l'organe une forme de

massue : ces archégones claviformes se rencontrent surtout dans les Mousses aquatiques (*Conomitrium*, *Fontinalis*).

Les dimensions du col varient beaucoup dans des genres du reste très rapprochés. Ainsi on a les *Dicranum*, *Buxbaumia* à col très court, parallèlement aux *Campylopus*, *Diphyscium*, où cet organe est démesurément allongé. Quelquefois la brièveté du col est caractéristique de certaines tribus, telles que les Ephémérées, les Zygodontées, les Orthotrics; sa longueur, d'autre part, est remarquablement constante dans les Polytrics.

Les archégones possèdent généralement une parfaite symétrie, et l'on ne peut regarder comme exception la disposition tordue que prennent souvent les rangées de cellules du col, surtout lorsque sa croissance est prolongée. Une espèce toutefois, le *Sphærocarpus Michelii*, nous a offert des archégones nettement asymétriques, et conserve ce caractère jusque sur le fruit mûr. Si l'on s'en rapporte aux figures données par Hofmeister, on retrouve la même irrégularité dans le *Riella Reuteri*, que nous n'avons pu étudier vivant; peut-être cette particularité s'étend-elle à toute la petite tribu des Riellées.

L'archégone naissant constitue une petite papille superficielle, et sa croissance le rend nettement exsert au sommet des rameaux ou à la surface des thalles. Parfois cependant son développement est accompagné de celui des tissus voisins, qui l'environnent comme d'une crypte, où il disparaît aux regards. Lorsque, comme dans les *Pellia*, *Sphærocarpus*, *Blasia*, cette cavité est large et saillante, on peut la comparer à un involucre monophylle qui révèle la place des jeunes archégones. Mais dans les *Reboulia* elle se resserre en restant profonde et sans saillie, de manière à cacher complètement les organes reproducteurs. Il en est encore ainsi dans les *Riccia*, où souvent même une véritable soudure ne tarde pas à s'établir entre le thalle et les parois immergées de l'archégone. Cette disposition se rapproche de celle des *Anthoceros*, où une concrescence congénitale fait disparaître complètement l'autonomie de l'archégone.

DÉVELOPPEMENT DU FRUIT DES MUSCINÉES.

L'archégone, tel que nous l'avons considéré jusqu'ici, appartient tout entier par sa nature à la plante mère. Comme celui de tous les organes femelles, son développement ultérieur reste absolument subordonné aux phénomènes de la fécondation. S'ils viennent à se produire normalement, bientôt l'oosphère, changée en œuf de formation nouvelle, devient un centre d'activité végétative, qui se manifeste immédiatement par des cloisonnements cellulaires, et aura pour résultat final de produire le sporogone. Les parois de l'archégone participent de leur côté à cette nouvelle croissance : après avoir servi d'enveloppe à la cellule embryonnaire, elles s'agrandissent pour contenir et protéger le nouvel embryon.

L'étude complète du fruit doit donc comprendre à la fois celle de l'œuf fécondé et celle du sac qui le renferme : ce sera aussi la division que nous suivrons ici, et nous aurons à traiter successivement du *sporogone* et de ses *enveloppes*.

Aucune de ces modifications ultérieures ne se produit dans l'archégone, si l'oosphère n'a pas été fécondée ; le dépérissement marqué par la teinte brune ou rougeâtre que prennent les organes gagne successivement la cellule centrale, le col et les parois duventre. Les substances nutritives dont ils étaient gorgés jusque-là émigrent vers l'archégone fertile, et contribuent ainsi à son rapide développement. La présence de ces archégones épuisés de leurs matières de réserve reste-t-elle de quelque utilité pour celui d'entre eux qui, mieux favorisé, se change en sporogone? C'est peu probable ; tout au plus, comparables aux paraphyses, peuvent-ils encore remplir un rôle protecteur. Néanmoins, au lieu de former des organes caducs, comme on voit tant de rameaux inutiles se détacher spontanément de l'axe qui les porte, ceux-ci restent ordinairement attachés au réceptacle jusqu'à la fin, et par la place qu'ils occupent, ils servent de points de repère précieux pour

suivre la marche accrescente de ce dernier. Il faut citer comme exceptions quelques espèces de Jungermanniacées thalloïdes appartenant aux genres *Pellia*, *Metzgeria*, *Aneura*, remarquables par la désarticulation rapide des archégones avortés.

DU SPOROGONE.

1° DIFFÉRENCIATION EXTERNE DU SPOROGONE.

Le sporogone entièrement développé montre dans sa structure externe une différenciation très inégale. Parfois il se réduit à un simple sac renfermant les spores, comme dans le genre *Riccia*. Le plus souvent il est constitué à la base par un support aminci, de longueur variable, terminé à son sommet par un renflement sensible contenant le sporange. Aussi s'accorde-t-on à y distinguer deux parties, sous les noms de *soie* et d'*urne*. Il convient toutefois d'ajouter un troisième terme à cette distinction, et de reconnaître, sous le nom spécial de *pied*, la partie basilaire de la soie qui reste jusqu'à la fin incluse dans les tissus de la plante mère.

Cette notion s'appuie sur des motifs assez nombreux, et en premier lieu sur l'avantage qu'il y a à désigner différemment des parties douées de fonctions diverses. Le pied en effet est l'organe proprement absorbant du sporogone, tandis que la soie reste exclusivement l'organe conducteur : on voit qu'ils conservent entre eux les mêmes rapports et différences (au point de vue des fonctions) que la racine et la tige des plantes supérieures.

D'autres caractères tirés du développement ajoutent une nouvelle valeur à la distinction de ces deux organes, en nous montrant qu'ils ne sont pas simplement des portions d'un même membre adaptées à des fonctions particulières. Choisissons nos exemples dans la série des Hépatiques, où toutes les différences de divers ordres se trouvent accumulées et rendent ainsi le contraste plus complet. La soie des Jungermannes se compose de séries longitudinales parfaitement

régulières de cellules provenant par divisions transversales d'un certain nombre d'initiales communes. Le pied, au contraire, est formé par accroissement sans ordre régulier des cellules superficielles : celles-ci bourgeonnent, en quelque sorte, chacune pour sa part; aussi la cohésion manque-t-elle aussi bien que la régularité dans tout l'ensemble, qui garde souvent jusqu'à la fin la même apparence papillaire. On peut le voir avec la plus grande évidence dans l'embryon de *Frullania* (Pl. 10, fig. 30).

L'*ordre* de formation des deux organes est aussi tout différent. Le pied se constitue d'abord, et son développement est souvent complet, alors que celui de la soie est à peine ébauché. Enfin l'évolution ultérieure de l'un et de l'autre est très distincte. Une fois formé, le pied ne change plus de dimension, tandis que la soie subit une élongation consécutive par l'accroissement subit en sens longitudinal de ses cellules restées longtemps courtes et aplaties.

Des différences analogues se retrouvent dans toute la série des Muscinées, mais isolément, ce qui les rend moins frappantes, sans enlever leur valeur. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que, produits de façons si diverses, le pied et la soie demeurent très fréquemment distincts après leur complète évolution.

La différence de diamètre est très ordinaire, et c'est le pied qui montre souvent un épaississement prédominant. Dans ce cas l'embryon peut être désigné sous le nom de macropode, comme on l'observe dans les genres *Sphagnum*, *Acaulon*, *Anthoceros*, et dans la généralité des Hépatiques. L'amincissement contraire est très rare et limité au groupe naturel des Splachnacées; or, chose remarquable, le seul genre des Mousses cléistocarpes, qui, par l'ensemble de ses caractères, montre des affinités avec cette famille, le *Voitia*, présente également un pied subitement rétréci. L'allongement excessif du pied et sa formation hâtive sont aussi très caractéristiques du groupe naturel des Hedwigiées, où il va jusqu'à représenter les trois quarts du sporogone (Pl. 10, fig. 32). Dans la plupart

des Jungermannes, le pied se trouve séparé de la soie par un étranglement profond : c'est le cas où la délimitation est la plus parfaite entre ces deux parties (Pl. 10, fig. 31). Enfin, dans certaines circonstances où l'on n'observe entre elles que des différences peu appréciables à l'état adulte, il s'en manifeste parfois de plus tardives. Il en est ainsi dans les genres *Conomitrium*, *Bruchia*, *Voitia*, où le fruit se détache spontanément de la plante mère par le moyen d'une rupture qui se produit constamment à la limite du pied et de la soie.

2° PREMIERS DÉVELOPPEMENTS DU SPOROGONE.

Nous possédons sur ce point des renseignements très importants depuis les travaux de Hofmeister (1), N. Müller (2), E. Kühn (3), H. Leitgeb (4) et Kienitz-Gerloff (5). Aussi nous ne ferons à peu près que résumer ici les résultats obtenus par ces observateurs, pour y ajouter à l'occasion quelques détails.

Le caractère le plus saillant de la croissance du sporogone se rapporte à sa *direction*, qui continue toujours celle du rameau archégonial : partout en effet la première cloison qui se forme dans l'œuf est perpendiculaire à son axe au lieu d'être oblique, comme dans les Vasculaires. Là se bornent les caractères communs à la classe entière ; la divergence se manifeste à partir des divisions secondaires.

Les deux cellules primaires superposées suivent une évolution très différente suivant les groupes de Muscinées où on l'observe.

L'*inférieure* reste absolument inactive dans les vraies Mousses. Dans les Andréæacées et les Jungermanniacées, son

(1) Hofmeister, *Vergleichende Untersuchungen d. höherer Krypt.*

(2) N. Müller, *Entwickelung der Capsel v.* Ephemerum (*Pringsh. Jahr.*, VI, p. 237).

(3) Kühn, *Entwickelungsgeschichte d. Andreæaceen*. Leipzig, 1870.

(4) Leitgeb, *Untersuchungen über die Lebermoose*. Heft 1 à 5.

(5) Kienitz-Gerloff, *Beiträge zur Entwickel. des Lebermoossporogonium* (*Inaugural Dissert.*, Berlin, 1873. — *Untersuch. über d. Entw. der Lebermoossporang.* (*Bot. Zeit.*, 1874, n°s 11, 14, 15, et 1875, n°s 48 et 49). — *Untersuch. über d. Entw. d. Laubmoos-Capsel* (*Bot. Zeit.*, 1878, n°s 3, 4).

accroissement est nul encore ou insignifiant, se limitant à la production de une ou deux cloisons obliques. Déjà dans les Sphaignes elle donne naissance à une petite production pluricellulaire, formant une sorte d'appendice à la base du pied du sporogone. Enfin elle contribue pour une part importante à constituer le sporogone des Hépatiques inférieures, puisque c'est d'elle que proviennent en entier le pied des *Anthoceros*, le pied et la soie des Marchantiées, enfin la moitié même du sporange dans le genre *Riccia*. Dans tous ces cas, le développement de la cellule inférieure reste très irrégulier, et ne peut être ramené à aucune loi, sauf dans le genre *Riccia*, où son mode de cloisonnement est identique à celui de la cellule supérieure.

La cellule *supérieure* de l'œuf fécondé et cloisonné transversalement, destinée à produire la totalité ou la plus grande partie du sporogone, y procède suivant deux types très nets.

Dans les *Hépatiques* (auxquelles il faut joindre les *Sphagnum*), elle continue à se diviser en direction trirectangulaire, c'est-à-dire suivant trois plans, dont un parallèle à la cloison primitive, et deux autres longitudinaux, perpendiculaires entre eux. Il n'y a donc pas ici, à proprement parler, de sommet végétatif, et la croissance y est *intercalaire*.

Dans les *Mousses*, au contraire, la cellule du sommet devient le siège de tout l'accroissement en longueur : des segments obliques se découpent alternativement à sa base, suivant deux séries longitudinales opposées, et lui donnent l'aspect nettement cunéiforme. Ici la croissance est évidemment *terminale* et *basifuge*.

D'après l'ordre d'apparition des cloisons nouvelles, on peut distinguer, en outre, plusieurs modes secondaires de formation se rattachant les uns aux autres par des transitions graduelles :

1° Dans les Marchantiées (Ricciées comprises), la cloison longitudinale médiane apparaît *immédiatement* après la première transversale ; l'embryon se divise ainsi d'abord en

quatre quartiers; autrement dit, la croissance en diamètre accompagne dès le début l'allongement du sporogone.

2° Dans les Jungermanniacées, une ou plusieurs cloisons transversales se succèdent encore avant l'apparition de la première longitudinale, qui, en outre, ne partage jamais l'œuf dans toute sa longueur, mais seulement au sommet ou même dans sa partie moyenne. Il y a donc un certain allongement du sporogone produit avant son épaississement. Le nombre des cloisons transversales primitives varie beaucoup; nous en avons observé une seule dans les *Pellia*, deux dans le genre *Radula* et jusqu'à six dans le *Plagiochila asplenioïdes*. Chez les *Sphagnum*, qui, sous ce rapport, se rapprochent des Jungermannes, la série longitudinale peut atteindre huit ou dix cellules superposées.

3° Dans les vraies Mousses elles-mêmes, la cellule terminale ne se divise pas toujours immédiatement par des cloisons inclinées suivant l'angle constant qui s'observera dans toutes les segmentations ultérieures. Autrement dit, si parfois le sommet végétatif s'y constitue d'emblée, il est précédé souvent par la production de parois à direction mal définie, d'abord transversales, puis irrégulièrement obliques.

Quels que soient l'ordre et le mode d'apparition des cellules longitudinales du sporogone, elles se divisent ultérieurement d'après un mode uniforme, et ne tardent pas à se trouver toutes cloisonnées radialement suivant deux plans perpendiculaires entre eux. Ainsi observée à n'importe quelle hauteur, la section transversale de l'organe jeune présente constamment une bipartition cruciale. Chacun des quatre quartiers juxtaposés se divise alors tangentiellement; il en résulte un groupe de quatre cellules internes (*endothecium* de Kienitz-Gerloff) entourées de cellules de bordure formant l'*amphithecium*. Le nombre de ces dernières varie, suivant que le cloisonnement tangentiel s'est produit en un seul ou en deux temps : dans le premier cas, le plus simple, la cloison péricline unique sépare une seule cellule externe dans chaque quartier, et l'*amphithecium* comprend au total quatre cellules primordiales (*Ephemerum*,

Tetraphis); mais ces cellules passent au nombre de huit, s'il se produit une première cloison anticline (*Ceratodon*). Cette différence, du reste, manque d'importance, puisque les deux formations s'observent à des hauteurs différentes dans le même sporogone (*Phascum*, *Funaria*, *Voitia*).

Ces divisions primordiales sont bientôt suivies de beaucoup d'autres intercalaires, qui achèvent de transformer l'organe en un massif cellulaire très important. Souvent, par suite d'un excès de croissance en diamètre, les couches externes se dissocient des couches intérieures concentriques. La formation de ces *lacunes* se produit avant que les divers tissus aient commencé à revêtir leurs caractères propres : c'est ce qui les distingue des phénomènes de résorption dont le sporange devient ultérieurement le siège ; c'est aussi pour cela que nous en parlons ici avant d'étudier la différenciation du sporogone.

Aucune formation lacunaire ne s'observe chez les Hépatiques. Les familles des Andréæacées et des Sphaignes en sont également dépourvues. Le genre *Archidium*, le premier, en présente une en forme de dôme recouvrant les cellules fertiles. Partout ailleurs, chez les Mousses, elle est interrompue au sommet comme à la base par la columelle axile. Sa forme est exactement celle que prendra plus tard la couche sporigène ; en tonneau, resserrée aux deux extrémités dans les Cléistocarpes, elle s'évase en forme de coupe dans les Stégocarpes. En outre, dans la famille des Polytrics, il se produit une seconde lacune plus intérieure qui sépare plus tard le sac sporangial de la columelle. Ordinairement, ces lacunes sont traversées par des séries de cellules continuant celles des parois opposées, et montrant ainsi clairement que la cavité s'est formée par simple dissociation des tissus, sans déchirure ni résorption d'aucune sorte.

3° DIFFÉRENCIATION INTERNE DU SPOROGONE.

A. *Épiderme*. — Si nous commençons l'étude de la différenciation des tissus par celle de l'épiderme, nous sommes frappés tout d'abord par une opposition de caractères qui corrobore la distinction établie plus haut entre le pied et la soie. En effet, les cellules superficielles contrastent complètement, si on les considère sur le pied ou sur le reste du sporogone. Celles-ci sont constamment épaissies et cutifiées, ou du moins, si elles restent minces accidentellement, elles manifestent tôt ou tard, par la réaction négative au contact du chloroiodure de zinc, que la composition chimique de leur membrane s'est modifiée. Il n'y a d'exception que dans le genre *Riccia*, où, faute de différenciation d'un organe spécial pour la fixation, la surface entière reste douée des propriétés d'absorption qui, tout autre part, sont localisées sur le pied. Afin de remplir leur office, les cellules qui recouvrent ce dernier organe gardent leurs membranes formées de cellulose pure; en outre, elles proéminent elles-mêmes en forme de papilles ou de suçoirs pour se mettre plus immédiatement en rapport et multiplier les surfaces de contact avec les tissus nourriciers. Enfin, il n'est pas rare de leur voir sécréter une substance gélatineuse, puis solide, qui remplit les interstices cellulaires, et rend intime la soudure avec la plante mère.

L'épiderme du sporogone possède une autre différenciation mieux connue en donnant naissance à des *stomates*. Le rôle de ces petits organes est identique à celui qu'ils jouent dans les végétaux supérieurs; aussi ne faut-il pas s'étonner de n'en découvrir aucune trace dans les espèces aquatiques (*Conomitrium*, *Cinclidotus*, *Fontinalis*, *Grimmia rivularis*, *Hypnum rusciforme*). Ils manquent encore à des groupes entiers : Tétraphidées, Hedwigiées, Schistostégées, Archidiées, Andréæacées, ainsi qu'à la totalité des Hépatiques.

On les trouve absents de certains genres isolés appartenant

à des familles qui en possèdent généralement ; citons les *Ephemerella, Schistidium, Leucobryum, Atrichum, Pogonatum urnigerum.*

Ces exemples montrent assez que leur présence est indépendante de la perfection du sporogone ; on en peut dire autant de leur degré de différenciation, qui atteint parfois son maximum dans des groupes inférieurs : ainsi les stomates des *Ephemerum, Phascum, Pleuridium,* l'emportent assurément beaucoup sous ce rapport sur ceux des Polytrics. Pour leur mode de répartition, il est très variable, et ce que l'on peut dire de plus général, c'est que le pied ni la soie n'en présentent jamais. Rarement la surface entière de l'urne en est recouverte (*Sphagnum, Anthoceros*) ; d'ordinaire ils sont localisés sur un point ou sur un autre.

Dans les Splachnacées, c'est sur l'apophyse qui forme, on sait, la majeure partie de la capsule ; dans les Funariées, c'est sur le col ; dans les Polytrics, sur l'étranglement qui sépare l'apophyse de l'urne proprement dite.

Généralement ils se trouvent bien, comme l'a dit Schimper (1), à la base même de la capsule, où ils sont disposés tantôt sur un ou deux rangs irréguliers (Grimmiacées), tantôt réduits à un petit nombre de deux à six. (Ephémérées, Séligériées, *Fissidens, Cryphæa,* Fabroniacées.) Dans quelques genres toutefois, il faut les chercher plus haut, et c'est vers le milieu ou le tiers inférieur de l'urne qu'ils sont exclusivement répartis dans les *Encalypta,* Orthotrics.

B. *Sporange.* — Sous le nom restreint de *sporange* nous désignerons la partie du sporogone qui se différencie en spores, par contraste avec le reste des tissus de l'urne que l'on peut appeler stériles. La proportion des uns et des autres est très variable, et parfois la prédominance est excessive en sens contraire. Ainsi d'une part, dans l'*Archidium,* où les cellules mères des spores sont isolées et réduites au petit nombre de une à quatre, on peut dire qu'il n'y a pas, à proprement parler, de

(1) *Recherches sur les Mousses,* p. 65.

tissu sporangial; d'une autre part, dans le genre *Riccia*, où les tissus stériles manquent totalement, le sporogone entier se réduit à un sporange. En dehors de ces deux cas extrêmes, on trouve toujours à la fois dans l'urne, indépendamment de ses parois propres, un tissu sporigène, et d'autres tissus voisins stériles, dont le mode de répartition sert même à établir les deux principaux types de sporanges.

Celui des Mousses forme une simple couche tubuleuse entourant un axe stérile nommé *columelle*, et *toutes* ses cellules donnent naissance à des spores; sa différenciation est donc *complète*. Celui des Hépatiques occupe l'axe même de l'urne, mais sa différenciation reste toujours *incomplète*, en ce sens que les cellules mères des spores sont entremêlées de cellules isolées stériles, désignées sous le nom d'*élatères*, lorsqu'elles revêtent leur forme la mieux caractérisée.

Bien que ces deux types soient ordinairement très distincts, ils sont reliés cependant entre eux par des formes de passage qui montrent leur incontestable affinité. Ainsi le genre *Ephemerum* présente, à l'état jeune, une capsule qui ne diffère en rien de celle des vraies Mousses (Pl. 10, fig. 28); mais la columelle, très mince, se rompt d'abord au sommet, et se résorbe de haut en bas jusqu'à disparaître entièrement à la maturité le spo- range prend alors une apparence axile.

La columelle des *Andreæa*, très distincte et plus solide même que celle de beaucoup de Mousses, n'est pas continue, on le sait, jusqu'au sommet de l'urne; dès lors le tube des spores, au lieu d'être traversé par elle comme un manchon, reste fermé au sommet et la recouvre comme un bonnet. Toutefois nous sommes encore ici très près des vraies Mousses, surtout à cause de la différenciation complète des tissus sporigènes.

Le sporange des *Sphagnum*, que l'on a souvent assimilé au précédent, est réellement bien plus voisin de celui des Hépatiques : car la columelle, très surbaissée, et qui finit par se résorber presque en entier, mérite à peine ce nom ; mais surtout les vraies spores y sont entremêlées de cellules stériles,

désignées, au moment de leur découverte par Schimper, sous le nom impropre de *microspores* (1).

Enfin, parmi les vraies Hépatiques, le genre *Pellia* n'est pas sans nous montrer dans sa capsule une véritable apparence de columelle. A la partie périphérique du sporange, les élatères sont bien entremêlées aux vraies spores, comme dans le groupe entier, mais au centre elles forment à elles seules un faisceau compacte qui s'élève du plancher en forme de colonne axile (Pl. 11, fig. 41).

Formation des spores. — Les cellules mères des spores procèdent des divisions successives qui s'opèrent dans le tissu fertile, et qui s'arrêtent plus ou moins vite après avoir donné de quatre à trente-deux cellules aux dépens de chaque cellule primitive. La plupart du temps il n'y a aucune régularité à cet égard, car on constate dans la même espèce des différences qui doivent dépendre de l'abondance des matières nutritives. Dans les *Archidium*, *Riccia*, *Ephemerum*, la division toutefois semble toujours s'arrêter à quatre. Autre part encore on observe des divergences constantes de genre à genre dans la même famille, qui expliquent l'énorme inégalité de volume des spores. Ainsi parmi les Marchantiées, la division s'arrête à quatre dans le *Conocephalus* et se prolonge jusqu'à seize et trente-deux dans le *Marchantia polymorpha*.

Cette dernière plante doit encore être citée comme exemple d'une particularité qui semble spéciale à quelques groupes d'Hépatiques : alors que la division des cellules primitives chez les Mousses se fait communément suivant les trois directions de l'espace, donnant ainsi des massifs de cellules mères, ou au moins suivant deux directions, comme dans les *Anthoceros*, en donnant des plans de cellules mères, ici la division se poursuit dans une seule direction, et l'on peut voir dans les jeunes capsules les séries rayonnantes de seize et de trente-deux cellules mères encore réunies par groupes qui manifestent leur origine commune (Pl. 11, fig. 33).

(1) *Versuch. einer Entw. geschichte der Torfmoose.* Stuttgard, 1858.

La formation des spores par quatre dans chaque cellule mère est précédée par la double bipartition du noyau primitif; chaque nouveau noyau devient un centre protoplasmique bientôt revêtu d'une membrane propre, en même temps que celle de la cellule mère se résorbe pour mettre les nouvelles spores en liberté. Ce phénomène général admet toutefois deux variations qui semblent séparer assez constamment les Mousses et les Hépatiques. On sait que la membrane de cellulose qui se dépose autour des quatre spores les retient momentanément réunies ensemble, jusqu'à ce que sa lame moyenne vienne à se dissoudre. Or cette dissolution *très rapide* dans les Mousses y précède ou du moins accompagne la résorption de la membrane de la cellule mère, de sorte que les quatre spores déjà isolées sont encore enveloppées ou se débarrassent à peine de leur membrane commune. Le contraire a lieu dans les Hépatiques : l'enveloppe de la cellule mère a disparu depuis un temps notable que les cellules filles sont encore soudées en tétraspore. De plus, leur séparation mutuelle s'opère *lentement* de dehors en dedans, de telle sorte qu'un observateur non prévenu, qui s'en rapporterait à cet état transitoire, y croirait volontiers voir la preuve de leur formation par étranglement. Elles restent ainsi assez longtemps unies par leur portion interne, pour que ce point de l'épispore en conserve souvent un caractère particulier qui lui a valu de certains auteurs le nom de *hile* (Pl. 11, fig. 36). Enfin, dans le genre *Sphærocarpus*, la séparation ne se produit jamais, même dans le fruit complètement mûr. M. Petounnikow, en faisant connaître cette particularité remarquable dès 1867 à la Société botanique, l'expliquait par la persistance de la membrane de la cellule mère spéciale autour des jeunes spores. Mais cette interprétation n'est pas admissible, car on peut assister dans cette espèce à la résorption totale et hâtive de la membrane commune. Ce qui retient les spores unies plus longtemps ici que dans les autres Hépatiques, mais par un procédé tout analogue, c'est la lame moyenne de cellulose interposée entre leurs parois contiguës.

Tissus stériles. — Le seul point commun qui rattache les unes aux autres les cellules stériles, éparses dans le sporange des Hépatiques, c'est qu'elles représentent des cellules mères avortées. La ressemblance au début est complète, et parfois la différence n'apparaît qu'assez tard, en même temps que cesse leur fonction nutritive. Quelques-unes gardent même jusqu'à la fin leur forme arrondie (simples ou cloisonnées), comme celles qui garnissent la portion périphérique de la capsule du *Sphærocarpus*. D'autres s'allongent un peu, en se cloisonnant une ou deux fois transversalement : ainsi dans l'*Anthoceros*. Mais celles qui méritent réellement le nom d'élatères présentent, quand elles sont totalement développées, des épaississements qui rendent leur membrane très sensible aux influences hygroscopiques. Leur présence est, on sait, caractéristique des deux familles des Jungermanniacées et des Marchantiées. Elles sont constituées par des cellules allongées, simples, accidentellement rameuses, comme dans le *Madotheca platyphylla*, et rarement cloisonnées ; même dans l'*Aneura pinguis*, où de semblables cellules sont suspendues en faisceaux à la voûte du sporange, on peut les regarder comme formées de plusieurs élatères soudées bout à bout. Ces dernières sont en outre remarquables par leurs épaississements plutôt annelés que spiralés (Pl. 11, fig. 39).

Le nombre des spires peut aller jusqu'à quatre. Dans quelques genres il est assez constant : 1 dans *Aneura*, *Lejeunia* et *Frullania* ; 2 dans beaucoup de Jungermannes, *Marchantia*, *Targionia* ; 3 dans *Reboullia*. Il varie de 2 à 3 (*Pellia*, *Fossombronia*), de 3 à 4 (*Conocephalus*). La plupart sont fusiformes, ou tout au plus ont-elles, comme dans *Conocephalus*, une extrémité obtuse et l'autre plus atténuée. Dans la tribu des Jubulées elles sont fixées aux deux bouts, qui pour cela se terminent par une sorte d'empatement (Pl. 11, fig. 38) ; ce sont les seules qui soient verticales et traversent toute la cavité du sporange. Dans les *Aneura* et *Metzgeria*, elles divergent de haut en bas (Pl. 11, fig. 40) et sont libres à leur extrémité inférieure. Celles des *Pellia*, *Marchantia*, rayonnent obliquement de bas

en haut vers les divers points de la voûte, tandis que celles des vraies Jungermanniées, Platyphyllées, etc., sont tendues horizontalement le long des parois latérales.

Nous avons vu plus haut que la columelle des Mousses est parfois incomplète (*Sphagnum*, *Andreæa*), ou qu'elle se résorbe en entier (Éphémérées), ou même qu'elle manque totalement à l'*Archidium*. En dehors de ces cas exceptionnels, on s'accorde à regarder comme assez uniforme ce faisceau cellulaire occupant l'axe du fruit. Les ouvrages descriptifs renferment bien, mais éparses et parfois inexactes ou incomplètes, des particularités qui s'y rattachent : il ne sera pas inutile de les coordonner ici méthodiquement.

La configuration de la columelle dans les fruits jeunes dépend de la place qui lui est laissée par les organes voisins, surtout de la forme et de la profondeur du sporange, ou encore de la lacune aérifère qui l'environne. Ces détails manquent d'intérêt; ils sont d'ailleurs bien connus, et ressortent de la simple inspection d'une coupe longitudinale de la capsule. Considérons plutôt les modifications ultérieures qu'elle subit.

Tant que les spores sont en voie de formation, la columelle, essentiellement nourricière, se trouve gorgée de matières nutritives, qui émigrent et disparaissent peu à peu pendant la maturation.

Dès lors son rôle actif est terminé. Ses tissus, devenus inutiles, privés de rigidité et sollicités en outre par des tractions diverses, ne tardent pas à se rompre ou à se résorber suivant des modes assez constants pour fournir à la classification d'excellents caractères.

Il est rare que la columelle continue jusqu'à la fin à occuper l'axe du fruit, qui reste alors nécessairement indéhiscent, soit qu'il n'existe pas d'opercule, comme dans les Phascacées, soit que cet opercule, bien formé d'ailleurs, soit retenu en place par cette adhérence (*Systegium*). Rarement encore elle reste entière, et, sans se rompre, se détache seulement de l'épiderme du sommet de l'urne, pour se rétracter tout entière au fond du sporange (*Hedwigia*, *Schistostega*). Ordinairement

elle se rompt, et à des places très diverses. 1° Cette rupture se produit *au sommet des dents du péristome* dans un grand nombre de Mousses pleurocarpes : la columelle ne cède alors à l'opercule que quelques assises de cellules et reste ainsi presque entière. Lorsque d'ailleurs elle est peu rétractile, elle conserve longtemps sa position axile au centre de la capsule vide (*Fontinalis*, *Neckera*, Hookeriacées, etc.). Le plus souvent elle se raccourcit beaucoup et disparaît au fond de l'urne (*Cryphæa*, *Homalia*, Leucodontées, *Habrodon*, *Anomodon*). Quelquefois au contraire son retrait est plus faible que celui de la capsule, ce qui la rend saillante à la maturité (Splachnacées). 2° La rupture la plus fréquente dans les genres acrocarpes correspond au niveau de la déhiscence operculaire, et le tronçon inférieur demeure, plus ou moins réduit dans sa longueur, attaché au fond de la capsule. Pour la portion supérieure, elle peut tomber avec l'opercule (Buxbaumiées, *Bryum*, Orthotrics, Fissidentacées, etc.), ou servir d'axe au péristome enroulé autour d'elle (*Barbula*), ou se diviser longitudinalement en autant de segments qu'il y a de dents au péristome pour les doubler intérieurement (*Tetraphis*), ou enfin former une sorte de tambour qui ferme complètement ou en partie l'orifice du sporange (*Hymenostomum*). 3° Dans quelques genres la columelle se rompt *vers sa base*, et par son sommet reste adhérente à l'opercule, avec lequel elle tombe d'une seule pièce (*Schistidium*, *Climacium*, *Dissodon Hornschuchii*). Enfin le groupe des Polytrics nous présente le phénomène le plus complexe, et qui ne se rattache à aucun des précédents. Ce qui l'en distingue avant tout, c'est le mode d'*articulation* de la columelle, qui lui permet de se séparer à son sommet de l'opercule par simple dissociation, sans aucune déchirure des tissus. Ce plan de séparation correspond au sommet des dents du péristome, et la couche supérieure des cellules reste même adhérente à ces dents pour former un épiphragme. C'est seulement au-dessous de cette membrane tendue et persistante qu'il se produit plus tard dans la columelle une véritable rupture.

C. *Déhiscence du sporogone.* — La columelle joue ici un rôle incontestable.

Chez les *Andreæa*, son retrait détermine l'affaissement des parois et leur rupture valvaire.

Dans les vraies Mousses, si cette colonne centrale ne se brise en quelque endroit de sa longueur, sa persistance suffit à empêcher la chute de l'opercule, d'ailleurs bienc onformé (*Systegium*). Toutefois il faut voir la principale cause de déhiscence dans les différenciations épidermiques qui la préparent. Beaucoup d'auteurs, et entre tous Schimper, ont décrit avec soin ce mécanisme et le mode de formation de l'anneau; il n'y a pas lieu de s'y arrêter ici.

L'*opercule* dont la notion est très claire, n'est pas toutefois aussi conforme dans sa structure qu'on l'a répété. Sans rappeler les adhérences fréquentes qu'il conserve avec la columelle ou ses parties, il faut montrer dans quelle mesure sa composition varie.

Il est rare qu'il se réduise à la simple assise épidermique; dans ce cas, il peut toutefois se séparer régulièrement de l'urne (*Hedwigia*), ou bien s'en détacher quelquefois par lambeaux (*Tetraphis*). Dans les *Sphagnum*, où il ne possède aucune adhérence avec la columelle, il se double intérieurement des trois assises de cellules qui le séparent du sporange. La plupart du temps il est renforcé de la même façon par les deux, trois ou quatre couches de parenchyme interposées entre lui et le péristome externe. Dans *Cinclidotus riparius*, il emporte encore avec lui dans sa chute une partie extérieure de ce péristome, c'est-à-dire des parois de cellules épaissies et colorées, mais qui manquent d'adhérence entre elles et avec la formation principale (Pl. 11, fig. 48). Celui des Polytrics présente intérieurement des sortes de stries verticales provenant de ce que les assises cellulaires y varient de deux à six; mince en face des dents du péristome, il s'épaissit notablement dans leurs intervalles (Pl. 11, fig. 45). Enfin son épaisseur devient énorme au sommet, car elle comprend les vingt à trente couches de cellules formant tout le parenchyme mas-

sif qui surmonte le plan de désarticulation de la columelle.

On voit ainsi combien peu on est fondé à dire, d'une manière générale, que l'opercule est constitué par l'épiderme caduc, ou encore, avec Schimper, que sa structure est comparable à celle de la paroi capsulaire et formée d'un même nombre de couches de cellules.

Le *péristome*, qui oppose dans la plupart des Mousses un dernier obstacle à la dissémination des spores après la chute de l'opercule, est d'un si grand secours pour l'étude systématique, que les bryologues en ont décrit avec exactitude les plus minutieux détails. Cependant, sous le rapport de son développement, on admet plus d'uniformité qu'il n'en existe réellement. L'assertion est d'autant plus fâcheuse que la plupart des ouvrages classiques présentent volontiers comme types des exemples qui ne sont que de rares exceptions. Il en est ainsi pour le péristome, si souvent figuré, du *Funaria hygrometrica*, où les dents externes sont opposées aux cils internes, ce qui est un caractère spécial à la famille des Funariées.

Le péristome des Polytrics s'écarte de tous les autres, on le sait, parce que chaque dent est formée de cellules massives, au lieu d'être constituée comme ailleurs par de simples membranes épaissies (Pl. 11, fig. 45). Cet épaississement, pour produire les péristomes simples ou les péristomes externes, affecte des membranes verticales tangentielles situées à des profondeurs variables : c'est la quatrième dans *Barbula ruralis*, la cinquième dans *Leucobryum glaucum* (fig. 43 et 44), la sixième dans *Fontinalis antipyretica* (fig. 47). Quelquefois d'autres épaississements isolés se produisent en outre dans les couches extérieures (*Orthotrichum cupulatum*, *Cinclidotus riparius*, fig. 48 et 46) ; mais comme ils manquent de cohérence, ils tombent isolément ou restent soudés à l'opercule. Les péristomes si fugaces des *Cinclidotus aquaticus*, *Encalypta vulgaris*, etc., présentent exactement les mêmes caractères d'incohérence, ce qui explique leur absence complète au sommet de beaucoup d'urnes déoperculées, mais les débris se retrouvent adhérents, soit à l'opercule, soit à la columelle. Le péri-

stome des *Tetraphis*, dont on a voulu faire un type particulier, se rattache réellement à celui de tous les péristomes simples ; mais ici c'est une couche relativement superficielle (la troisième tangentielle) qui s'épaissit (Pl. 11, fig. 42) ; de plus, au lieu de s'en séparer tout de suite, la columelle se scinde en autant de parties qu'il y a de dents, et leur sert de doublure intérieure, au moins au début, car finalement il n'est pas rare de la voir s'en détacher. On ne peut regarder non plus comme exception importante ce fait, qu'il naît assez profondément, à dix ou douze rangées de cellules, au-dessous de la fente operculaire. Son caractère le plus exceptionnel tient à ce qu'il échappe à la loi générale posée par Schimper pour les péristomes simples, et qu'il ne continue pas supérieurement l'enveloppe externe du sporange.

Les membranes qui constituent le péristome interne sont très souvent continues à la base en forme de tube complet, qui ne se sépare qu'assez haut en forme de cils ou de lanières. Cette disposition mécanique explique leur solidité relativement plus grande, quoique les épaississements y soient presque nuls, et que tout s'y réduise d'ordinaire à une modification chimique des tissus. Les épaississements, quand ils existent, portent plutôt sur les angles des cloisons communes, ou sur les parois radiales alternant avec les dents du péristome externe. Dans les Fontinales, les cloisons tangentielles, s'ajoutant aux précédentes, communiquent à l'ensemble l'aspect d'un treillage (Pl. 11, fig. 47).

DES ENVELOPPES DU SPOROGONE.

Les parties accrescentes de la plante mère destinées à protéger le sporogone, et à composer avec lui l'ensemble de la fructification, se distribuent en deux catégories naturelles : l'enveloppe intime, constituant au début un sac parfaitement clos et renfermant dans son sein l'embryon, puis les enveloppes annexes, qui n'ont avec lui que des relations éloignées.

Enveloppe immédiate du sporogone.

NOTION DE L'ÉPIGONE ET DE SES PARTIES.

L'introduction d'un terme nouveau dans une science où la glossologie est aussi surchargée que la botanique ne peut se justifier que par une nécessité absolue. Aussi, en proposant l'emploi du mot *épigone* pour désigner le sac protecteur du sporogone des Muscinées, importe-t-il d'établir : 1° la nécessité d'un terme spécial pour cet organe ; 2° le défaut de toutes les expressions employées précédemment pour cela.

Le premier point s'appuie, par analogie, sur la même raison qui a fait créer le terme de péricarpe pour l'ovaire accru et fécondé des plantes supérieures. C'est ainsi, du reste, que l'ont toujours pratiqué les botanistes : le désaccord n'existe entre eux que sur le choix de l'expression.

Le mot de sac embryonnaire, spécial aux Phanérogames, n'a jamais été proposé.

Celui de *coiffe* semble d'un emploi commun parmi les auteurs classiques récents et ceux qui ont traité spécialement des Hépatiques. « Pendant que le sporogone se développe, la partie renflée de l'archégone s'accroît aussi ; par une abondante multiplication de ses cellules constitutives, elle se dilate en enveloppant le jeune sporogone ; en cet état, on la désigne sous le nom de *coiffe* (1). » Toutefois cette notion semble mal appuyée et contraire à la tradition constante de la bryologie, remontant non pas seulement à Bridel ou Hedwig, mais jusqu'à Dillenius et Linné. Jussieu faisait déjà cette remarque en parlant des Hépatiques : « Arillæ germinis non infrà circumscisso, nec ideo calyptræ instar stipitatum fructum obtegente (2). » Enfin Schimper (3), résumant sur ce point l'usage universel de ses devanciers, a donné de la coiffe cette défini-

(1) Sachs, *Traité de Bot.*, trad. franç., p. 403.
(2) *Gen. plant.*, p. 10.
(3) Schimper, *Syn. Musc. europ.*, p. XXI.

tion magistrale : « Archegonii cellula germinativa tunicâ cellulosâ inclusa reperitur ; rudimento capsulæ ex hâc cellulâ enato ascendente, tunica illa ad basin archegonii vel paulo supra transverse rumpitur, sursùmque tollitur ... *hoc tempore* a bryologis nomine *calyptræ* vocatur. » Comment se fait-il, que, contrairement à cette terminologie traditionnelle, les auteurs aient appliqué aux Hépatiques le mot de coiffe dans un sens tout différent? Peut-être en trouverait-on la raison dans ce fait que la plupart, écrivant en allemand et ayant à leur disposition les deux mots distincts *Mütze* et *Haube*, ont pensé que la confusion pouvait ainsi s'éviter. Mais cette inconséquence s'explique plutôt par la spécialisation trop absolue des botanistes qui, comme Dumortier, Nees d'Esenbeck, etc., ont disserté sur les Hépatiques sans s'inquiéter de mettre leur langage en harmonie avec la glossologie générale des Muscinées. Il faut remarquer toutefois que cet usage même est assez récent : ainsi le mot de coiffe n'est employé qu'une fois par Lindberg dans son premier ouvrage sur les Hépatiques d'Europe, et encore pour désigner, chez les *Sphærocarpus*, l'organe regardé aujourd'hui comme l'involucre.

Enfin, même de nos jours, un certain nombre de botanistes autorisés ont maintenu dans son sens rationnel le mot de coiffe. Ainsi, M. Kühn ne se sert de ce mot, appliqué aux Andréæacées, qu'après la rupture du sac, désigné par lui avant cette époque sous le nom de *ventre de l'archégone* (*Archegoniumbauch*) (1). M. Duchartre se rattache également à cette terminologie (2).

Il pourrait sembler maintenant que cette dernière expression de « ventre de l'archégone, sac archégonial, ou simplement archégone » devrait suffire, sans aller en chercher une autre. Car souvent ailleurs, en botanique, on conserve à un organe le nom qu'il portait jeune, quelque développement qu'il prenne ultérieurement, pourvu que sa nature et ses fonctions

(1) *Loc. cit.*, p. 35.
(2) *Éléments*, 2e édit., p. 1010.

ne soient pas changées. Si, par exemple, le calice énormément accrescent des *Physalis* garde son nom, il en doit être de même dans le cas présent, et le sac archégonial accru, par suite de la fécondation, n'a pas plus de raison pour le perdre.

Un tel usage serait, en effet, assez rationnel, si l'origine de l'enveloppe du fruit des Muscinées était toujours celle qu'on lui attribue, et provenait purement et simplement de l'agrandissement du ventre de l'archégone primitif. Malheureusement il n'en est pas toujours ainsi, et le langage de M. Kühn, correct lorsqu'il s'applique aux Andréæacées, exprimerait absolument le contraire de ce qui se passe dans le groupe bien voisin des Sphaignes. Chez ces dernières plantes, le sac provient en totalité d'une origine différente, c'est-à-dire de l'accrescence du réceptacle, et cette cavité principale, destinée à devenir la coiffe, se conserve jusqu'à la fin distincte du vrai sac archégonial qui la surmonte comme un petit appendice terminal. Il serait pareillement vicieux d'employer la même terminologie pour des tribus entières de Jungermanniacées (Dilénées, Aneurées, Metzgériées). En un mot, l'inconvénient irrémédiable du mot d'archégone est de faire supposer à l'enveloppe du sporogone une origine constante, qu'elle est loin de posséder toujours, comme on pourra s'en assurer par l'étude du développement.

Il faut dès lors faire abstraction complète de son origine, et, pour la nommer, chercher un terme qui ne préjuge rien à cet égard. C'est ici sans doute que le mot d'*épigone*, employé vaguement dès 1835 par Bischoff, en même temps qu'il créait celui d'archégone, retrouve son application la plus heureuse pour désigner l'enveloppe externe de l'appareil fructifère.

La notion des diverses parties de l'épigone, pour être claire, doit s'appuyer avant tout sur les phénomènes particuliers qui accompagnent sa rupture. Celle-ci, très générale chez les Muscinées, s'y produit de façons assez variées; mais ce qui donne de la valeur à ces caractères, c'est leur constance dans chaque groupe naturel.

Dans les Hépatiques, la rupture est apicilaire; le sporogone

se dégage simplement de son enveloppe en la trouant à son sommet, et en laissant tous les débris à leur place. Dans les Mousses, une partie seulement du sac primitif entoure jusqu'à la fin le pied du sporogone, c'est la *vaginule;* l'autre est emportée par le sporogone dans son mouvement d'ascension, et elle en couronne momentanément le sommet : c'est ce fragment plus ou moins complet, nous le savons déjà, qui mérite proprement le nom de *coiffe*.

Convient-il de donner aussi un nom nouveau à l'organe simplement troué comme un manchon, mais non divisé en portions distinctes, qui reste entier au pied de la soie dans la déchirure apicilaire? En aucune façon; car, pour être perforé, sa forme et son apparence générales n'en sont pas notablement modifiées : c'est toujours le sac de l'épigone. Quoi qu'il en soit du nom qu'on lui donne, celui de coiffe ne peut lui convenir, et sur ce point il est nécessaire de rectifier la terminologie de tous les auteurs qui ont écrit sur les Hépatiques.

Doit-on distinguer aussi dans l'épigone de ces plantes une région correspondant à la vaginule des Mousses? Il est incontestable qu'au point de vue physiologique, il existe dans les deux classes une portion inférieure de l'épigone marquée par une certaine soudure avec le fruit et servant au passage des substances nutritives. Si donc on admettait avec Schimper la définition suivante : « Vaginula pars est illa cui capsula, mediante pedicello, infigitur, et medium tenet inter caulem et fructum » (1), on serait bien forcé de reconnaître son existence dans toute la série des Muscinées. Car il faudrait détourner complètement le sens de la définition pour ne pas l'appliquer à la cavité si spéciale et souvent profonde qui sert à loger le pied de la soie dans les Jungermannes et les *Anthoceros*. Mais la difficulté, pour ces plantes, consisterait à fixer les limites de la vaginule, qui se confond insensiblement avec le reste de l'épigone. On s'explique ainsi pourquoi les auteurs dans leurs descriptions n'en font aucune mention, et répètent unanime-

(1) *Syn. Musc. europ.*, p. XX.

ment que les Hépatiques n'ont pas de vaginule. Chez les Mousses, au contraire, la rupture circulaire du sac épigonial lui assigne une limite certaine. Aussi, pour éviter toute équivoque, il est utile de se rattacher à cette dernière notion, comme plus claire et plus conforme à l'application commune.

DÉVELOPPEMENT DE L'ÉPIGONE.

L'évolution de l'épigone, étant en relation étroite avec son mode de rupture, il est naturel de l'étudier ici successivement dans les classes des Mousses et des Hépatiques.

1° ÉPIGONE DES MOUSSES
à rupture circulaire, succédant à un archégone pédonculé.

1er type : *Archidium.* — Ce genre présente un épigone le plus simple de tous, puisqu'il reproduit presque sans altération l'archégone primitif. Seul le pédoncule, perforé par le pied du sporogone peu de jours après la fécondation, devient le siège de cloisonnements qui transforment ce mince support en une large cavité vaginulaire. Les parois ventrales au contraire ne possèdent aucune croissance analogue ; distendues passivement par le sommet du jeune sporogone, elles se déchirent très vite, formant de leurs débris une coiffe rudimentaire (Pl. 10, fig. 32 *bis*).

Partout ailleurs, chez les Mousses, la cavité de l'épigone résulte de l'accrescence de diverses parties de la plante mère en relation immédiate avec l'embryon. Pour décrire avec ordre les différents modes de développement, on peut les ranger en deux séries, suivant que la croissance se localise dans l'archégone lui-même ou dans le réceptacle de l'inflorescence.

1re série.— *Épigones formés par accrescence de l'archégone primitif.*

L'accroissement, après avoir été quelque temps diffus à la surface de l'archégone, s'y localise bientôt en une zone circulaire de méristème, de sorte que la portion supérieure du sac épigonial en procède par formation basipète.

Les cellules du sommet, constituées les premières (Pl. 14, fig. 75), se montrent avec la texture adulte, perdent leur contenu protoplasmique et épaississent fortement leurs parois, alors que celles qui doivent se trouver plus bas sont loin d'apparaître ou seulement en voie de formation. Ce développement est particulièrement facile à vérifier sur les espèces qui possèdent des papilles ou des aspérités quelconques seulement au sommet de la coiffe adulte, telles que l'*Atrichum undulatum*, l'*Encalypta vulgaris*. Le très jeune sac se montre hérissé sur toute sa surface, qui représente la paroi supérieure de l'organe entièrement développé. D'autres plantes, au contraire, qui, comme l'*Orthotrichum affine*, ne possèdent de poils que sur la région moyenne, montrent leur sac épigonial parfaitement glabre à l'origine.

Un des caractères spéciaux à ces épigones est la soudure qu'ils contractent intérieurement avec le sommet du sporogone, par suite de la compression que la croissance terminale de ce dernier exerce sur les parois. Cette union, plus ou moins éphémère, est toujours suffisante, au moins au début, pour la communication des matières nutritives. Il nous a été impossible toutefois de vérifier l'assertion de Schimper, qui a vu la cellule terminale du sporogone fournir en même temps des cellules secondaires pour la jeune capsule et pour la coiffe (1). Plusieurs préparations faites dans ce but ne nous ont rien montré de semblable ; au lieu de s'accroître, les couches internes de l'épigone tendent plutôt à se résorber peu à peu, jusqu'au moment où cette destruction totale détermine fatalement la séparation organique du sporogone et de son enveloppe. Le fait est trop important, il semble, pour admettre des exceptions : on peut donc regarder comme distincts, malgré leur soudure intime, les tissus du sporogone et ceux du sac épigonial, les premiers dérivant en entier de l'œuf fécondé, les autres appartenant exclusivement à la plante mère.

L'épaisseur n'est jamais uniforme à la surface de ces épi-

(1) *Recherches sur les Mousses*, p. 61.

gones, parce que leur méristème générateur diminue graduellement d'importance jusqu'à complet épuisement. Dès lors l'amincissement des parois et leur fragilité augmentent régulièrement depuis le sommet jusqu'à la zone où se terminent les partitions cellulaires, et où s'opérera plus tard la rupture. Tels sont les caractères généraux qui se retrouvent chez toutes les vraies Mousses; distinguons-y maintenant deux modes de formation secondaire.

Première formation de l'épigone des Mousses par un méristème se cloisonnant en une seule direction basipète.

La zone génératrice est nécessairement ici *basilaire ;* il résulte de là que la rupture devra l'être également. On peut même distinguer facilement, avant qu'elle s'opère, le lien précis de cette déchirure, car l'amincissement graduel des parois de l'épigone atteint son maximum tout au bas du sac, et se détache sans transition des formations épaissies qui lui servent de support et dont l'origine est toute différente (Pl. 13, fig. 63 et Pl. 14, fig. 75). Il résulte encore de cette rupture basilaire que la totalité du sac épigonial devient la coiffe, sans réserver aucune portion pour la vaginule. Celle-ci doit en conséquence être creusée par le pied du sporogone dans l'axe inférieur.

Nous devons reconnaître encore ici deux types distincts, suivant que le méristème générateur de l'épigone envahit le pédoncule même de l'archégone et l'absorbe tout entier dans son développement, ou qu'il se localise au contraire au sommet de ce dernier, en le respectant, vers la base de la paroi ventrale.

2e type : *Hedwigia.* — Il est facile de voir dans le développement de cet épigone le passage très net entre l'*Archidium* et les plantes suivantes. Ici, comme dans l'*Archidium*, la paroi ventrale de l'archégone ne prend qu'un développement insignifiant ; la croissance principale reste localisée dans le pédoncule; mais tandis que dans notre premier type, cet accroissement donnait une vaginule massive, il produit ici le sac même de l'épigone. Celui-ci, d'ailleurs, n'a qu'une croissance très

limitée, et se termine brusquement au lieu même où l'insertion des paraphyses dénote manifestement l'origine du réceptacle. La coiffe de ces Mousses est donc relativement petite, et leur vaginule est creusée dans des parties absolument étrangères à l'archégone par leur nature (Pl. 10, fig. 32).

Il faut rattacher encore ici les Cryphées et les Fontinales, c'est-à-dire les familles autrefois réunies sous le titre un peu vague de Cladocarpes, et même le groupe naturel des Buxbaumiacées (Pl. 14, fig. 75).

3e type : *Phascum*. — Ce genre présente dans sa plus grande simplicité le développement commun à la plupart des Mousses proprement dites. Le sac épigonial dérive exclusivement du ventre de l'archégone, et reste par suite superposé au pédoncule qui prend de son côté un accroissement distinct. La vaginule est encore ici produite par perforation, mais elle appartient au moins en partie par son origine à l'archégone, car le pied du sporogone commence toujours par creuser d'abord le pédoncule (Pl. 13, fig. 63). Si, au lieu d'en rester là, il continue sa marche descendante, la vaginule devient de nature mixte, appartenant par son sommet à l'archégone, par sa base au rameau fructifère.

Ce type si vaste comprend plusieurs variations qui ne peuvent en être séparées, parce que leur épigone proprement dit dérive toujours du sac archégonial primitif, mais où cependant l'accrescence très sensible des tissus sous-jacents marque une véritable transition vers le phénomène que nous présentera le genre *Sphagnum*. Nous rattacherons à l'étude de la vaginule, qu'ils intéressent spécialement, ces détails accessoires, pour ne pas multiplier ici les divisions secondaires au détriment de la clarté.

Deuxième formation de l'épigone des Mousses par un méristème à deux directions d'accroissement.

Elle a pour notes caractéristiques : 1° la *place* où apparaît le méristème, qui n'est jamais basilaire ; 2° son *mode* de cloisonnement suivant les deux sens basipète et basifuge.

Il résulte de là que les extrémités supérieure et inférieure de l'épigone sont constituées avant la partie moyenne, qui garde seule la propriété de se cloisonner horizontalement jusqu'à la rupture. Celle-ci est toujours plus ou moins irrégulière en raison de la largeur de la zone où les parois restent minces. Enfin la portion inférieure du sac épigonial rompu vers son milieu suffisant à constituer la vaginule, le pied du sporogone n'est pas obligé de perforer sa base pour trouver un appui dans les tissus sous-jacents.

On peut distinguer maintenant deux types suivant le lieu où se forme le méristème.

4e type. — Dans les *Andreæa*, la zone génératrice tire son origine du ventre de l'archégone primitif, sans que le pédoncule y prenne la moindre part. Ce dernier, au lieu de s'accroître dans le sens du sporogone, confond plutôt sa croissance avec celle du réceptacle pour former un pseudopode. Sa colonne massive et imperforée demeure jusqu'à la fin distincte de l'épigone, en lui servant seulement de support.

5e type. — Dans les *Polytrichum*, au contraire, ce même pédoncule de l'archégone disparaît totalement, parce que le méristème prend naissance dans ses tissus, et les emploie ainsi à l'édification de l'épigone (Pl. 14, fig. 74).

2e série. — *Epigones non dérivés de l'archégone primitif.*

6e type. — Des *Sphaignes*.

L'épigone entièrement développé de ces plantes comprend trois compartiments distincts et superposés : l'inférieur, assez large, contient seulement le pied du sporange ; le second, de beaucoup le plus spacieux et séparé du précédent par un étranglement, sert à loger la capsule, et il est surmonté à son sommet par le troisième, rudimentaire et vide. Suivons leur mode de formation depuis l'origine.

Après la fécondation, le sac de l'archégone ne se dilate que très faiblement ; aussi le jeune embryon, ne pouvant continuer

à s'y développer, perfore de sa base encore aiguë le pédicelle massif placé au-dessous, et pénètre ainsi jusqu'au rameau foliaire. A ce moment, il s'arrête dans sa marche descendante, et il commence à dilater énormément son pied, qui atteint très vite sa grandeur normale, devient obtus et à surface papilleuse. La loge inférieure, qui sera plus tard la vaginule, est dès maintenant constituée (Pl. 13, fig. 60). C'est alors seulement que commence le développement de la partie supérieure du sporogone destinée à produire le sporange. On sait que cette extrémité ne s'accroît pas, comme dans les vraies Mousses, d'abord en longueur, puis en diamètre; les deux croissances étant simultanées, l'organe a son sommet obtus dès l'origine et ne peut se loger dans la cavité restée étroite de l'archégone. Une rupture analogue à celle des *Archidium* et tout aussi prématurée serait inévitable, si le réceptacle ne continuait à se cloisonner et à fournir une membrane cellulaire capable de recouvrir, à mesure qu'il se développe, la surface entière du sporogone. L'observation de ces faits peut se faire avec la plus grande facilité dans les espèces où les archégones sont groupés, comme dans *S. acutifolium*, car celui des deux qui reste stérile se trouve emporté par la croissance du réceptacle, et il n'est pas rare de le retrouver à diverses hauteurs sur la région moyenne du sac de l'épigone.

On voit ainsi que la petite loge vide, surmontant l'épigone comme un appendice insignifiant, est tout ce qui provient du ventre de l'archégone, dont elle conserve indéfiniment les caractères. C'est donc la première formée. Les deux autres ont ceci de commun, qu'elles sont fournies par l'accrescence du réceptacle, mais successivement, l'inférieure d'abord, la moyenne ensuite. Celle-ci, après la rupture, formera proprement la coiffe remarquable par sa minceur uniforme, étant constituée sur toute la surface par une seule assise de cellules à parois délicates. La lame interne finit même par se résorber au contact du sporogone, de sorte qu'elle se réduit à une simple membrane intimement appliquée sur le fruit. Sa transparence et sa perméabilité parfaites expliquent pourquoi,

longtemps avant la rupture, les parois de l'urne qu'elle recouvre sont déjà pourvues de stomates.

2° ÉPIGONE DES HÉPATIQUES

à rupture apicilaire, succédant à un archégone sessile.

Nous retrouvons ici, comme chez les Mousses, la division en deux séries.

1re série. — *Epigones formés par accrescence de l'archégone primitif.*

Les caractères les plus variés distinguent ces épigones de ceux qui appartiennent à la série correspondante parmi les Mousses.

La surface *entière* du sac de l'archégone fécondé garde la propriété de s'étendre par la production de cloisons nouvelles, longitudinales et transversales, sans ordre régulier. Aussi l'organe, pendant sa croissance, modifie à peine sa forme primitivement ovoïde ou arrondie, toutes les fois que la pression interne du sporogone se maintient égale dans tous les sens. Si au contraire la pression devient plus forte en quelque endroit, la paroi se dilate en ce point, en raison même de la faculté qu'elle conserve de pouvoir se cloisonner. Le sac s'allonge et devient claviforme chez un grand nombre de Jungermanniées (Pl. 12, fig. 57), ou bien il s'étrangle en son milieu (fig. 52); en un mot, il se moule en quelque sorte sur le sporogone, en vertu de sa plasticité, et se prête à ses extensions les plus diverses. Ces épigones se distinguent encore, à leur état parfait, par une épaisseur uniforme ou même un peu plus considérable à la base. La puissance de la paroi varie du reste avec les espèces, elle comprend une ou deux assises de cellules (Ricciées et beaucoup de Jungermannes), deux (*Marchantia*, *Lejeunia minutissima*), trois (*Reboulia*), quatre (*Madotheca*), cinq ou six (*Frullania dilatata*), et jusqu'à huit dans *Plagiochila asplenioides*. La consistance reste sensiblement la même sur tous les points de la surface, et assez faible par suite de la

différenciation peu avancée des éléments cellulaires, toujours minces et pourvus jusqu'à la fin de matières plasmiques. On remarque même dans le genre *Riccia* une affluence croissante de substances nutritives : par exemple la chlorophylle, peu abondante au début, s'accumule graduellement jusqu'à la maturité des spores. Ajoutons enfin comme caractères propres à ces épigones, l'absence complète d'adhérence interne avec le sommet du sporogone et de résorption dans les tissus en contact avec lui.

Si maintenant on pénètre dans les détails de leur évolution, on peut y reconnaître trois types.

7e type : *Riccia* (Pl. 12, fig. 49 et 50). — Cet épigone, le plus simple de tous, représente le ventre de l'archégone dilaté pour loger le sporogone et à peine modifié dans sa forme. Il se distingue en outre par l'extrême délicatesse de ses parois et par la tardiveté de sa déchirure, qui n'a lieu qu'après la maturité totale pour la dissémination même des spores. Ce phénomène enfin consiste plutôt en une résorption qu'en une véritable rupture, et, s'il paraît se localiser, au sommet dans les vrais *Riccia*, à la base dans les *Ricciella*, c'est que l'épaisseur du thalle environnant, étant plus faible en ces endroits, oppose une résistance moins longue au travail de destruction.

8e type : *Sphærocarpus* (Pl. 12, fig. 51 et 52). — L'épigone est encore ici tout entier formé par le sac archégonial plus ou moins modifié dans sa forme, sans être toutefois perforé à sa base. Il se distingue du précédent par sa rupture nettement apicilaire et antérieure à la déhiscence du sporange. C'est celui qu'on trouve dans la plupart des genres de Marchantiées, et dans la tribu des Jubulées parmi les Jungermanniacées (fig. 54 et 55).

9e type : *Radula* (Pl. 12, fig. 57). — Le sporogone joue un rôle actif dans la formation de cet épigone : sous l'effet de la pression qui s'exerce de bas en haut, son pied transperce le plancher de la chambre archégoniale, et s'insinue à des profondeurs variables dans l'axe fructifère. Cette cavité inférieure correspond exactement à la vaginule de beaucoup de Mousses

et en remplit les fonctions. On la retrouve dans la presque totalité des tribusdes Jungermanniacées.

2e série. — *Epigones formés par accrescence du réceptacle.*

Le sac de l'archégone subit ici, après la fécondation, quelques partitions longitudinales qui élargissent sa cavité sans augmenter sa profondeur. Au lieu de conserver sa forme primitive et de constituer, comme dans les *Sphagnum*, une petite cavité distincte du reste de l'épigone, il concourt à en former la partie supérieure, la voûte. Mais ce qui montre sa faible part et le rôle prédominant du réceptacle, c'est le déplacement graduel des archégones stériles. A la constitution complète, ce n'est pas à sa base qu'il faut chercher ces appendices, mais vers le sommet. Lorsque leur caducité précoce empêche de constater extérieurement le phénomène, il suffit de suivre l'accroissement de l'organe à ses diverses périodes au moyen de sections longitudinales. Leur observation directe manifeste très clairement l'évolution basipète de l'enveloppe entière aux dépens des tissus inférieurs à l'archégone (Pl. 13, fig. 58 et 65).

Le caractère commun le plus saillant de ces épigones est leur grande épaisseur, formée de 6 à 10 assises cellulaires, et par suite leur solidité, qui oppose une assez longue résistance à la rupture apicilaire. Leur forme est généralement cylindracée ou en massue, et leur surface souvent recouverte de poils hérissés ou de tubercules. On distingue parmi eux trois types, surtout par la partie de l'axe qui sert à les former.

10e type : *Calypogeia* (Pl. 13, fig. 65). — Dans ce genre, comme dans tous ceux qui composent la tribu naturelle des Géocalycées, l'épigone résulte de l'accrescence des couches *internes* du réceptacle qui supporte l'archégone. Les couches externes prennent bien un accroissement concomitant, mais donnent naissance à une enveloppe distincte que nous retrouverons plus loin sous le nom de *perigynium*. Parfois une soudure congénitale plus ou moins complète unit cette enveloppe exté-

rieure avec le véritable épigone. C'est une transition très nettement indiquée vers les types suivants, qui s'observe surtout dans les *Geocalyx*.

11e type : *Jungermanniées* sans périanthe. — L'épigone provient ici de l'accrescence totale des tissus du réceptacle fructifère. On peut y distinguer deux variations secondaires, suivant que cette accrescence n'intéresse que l'extrémité d'un rameau foliacé (*Tricholea*, *Polyotus*) ou la totalité d'une pousse latérale d'un thalle non différencié (*Aneura*, fig. 58, *Metzgeria*, *Dilæna*).

12e type : *Anthoceros*. — Il suffit, pour distinguer l'évolution dans ces plantes, de faire remarquer que l'archégone, mal différencié par rapport aux tissus du thalle, ne fournit pas même la plus minime partie de l'épigone. Celui-ci se sépare encore nettement de tous les précédents sous le rapport de sa rupture prématurée.

En somme, les types d'épigone que nous venons de décrire diffèrent à la fois par le mode de leur développement et celui de leur rupture finale.

En voici les caractères résumés sous forme de tableau :

MOUSSES.

Epigone à déchirure latérale circulaire.

Constitué par l'archégone non accrescent. Rupture prématurée.		*Archidium.*
Formé par l'accrescence de l'archégone. Rupture hâtive.		
Méristème générateur se cloisonnant en une seule direction basipète, localisé	dans le pédoncule de l'archégone..	*Hedwigia.*
	à la base de la région ventrale....	*Phascum.*
Méristème se cloisonnant en double direction, basifuge et basipète, localisé	dans le pédoncule de l'archégone......	*Polytrichum.*
	dans la paroi ventrale de l'archégone	*Andreæa.*
Formé par l'accrescence du réceptacle. Rupture tardive....		*Sphagnum.*

HÉPATIQUES.

Épigone à déchirure irrégulière ou apicilaire.

Formé par l'accrescence de l'archégone.
Non modifié dans sa forme. Résorption finale irrégulière. *Riccia.*

Modifié dans sa forme, à rupture apicilaire.
- Renfermant le sporogone tout entier. . *Sphærocarpus.*
- Perforé à sa base par le pied de la soie. *Radula.*

Formé par l'accrescence du réceptacle,
Au-dessous des parois d'un archégone différencié. Rupture tardive.
Formé par accrescence des couches internes du réceptacle. *Calypogeia.*
Formé par accrescence du réceptacle tout entier........... *Aneura.*
Autour d'un sporogone non protégé par un archégone différencié. Rupture hâtive................................ *Anthoceros.*

DES PARTIES DE L'ÉPIGONE.

1° DE LA COIFFE.

On sait que la coiffe est produite par la déchirure latérale du sac de l'épigone. Il nous reste à compléter ici la description des phénomènes variés qui lui donnent naissance, celle des caractères particuliers de structure qu'elle possède à ce moment, et à la suivre dans son développement ultérieur.

A. — *Formation de la coiffe ; modes de rupture.*

On a souvent parlé de la formation hâtive de la coiffe chez les Mousses, et nous avons aussi employé plus haut cette locution : cela doit s'entendre évidemment dans un sens purement morphologique, et, quel que soit le temps absolu qui s'écoule entre la fécondation et la déchirure de l'épigone, celle-ci sera hâtive si elle correspond à une phase peu avancée de la différenciation du sporogone, tardive dans le cas contraire. On a pu voir que cette distinction ne sépare pas exactement les Mousses des Hépatiques, et qu'elle ne correspond pas davantage aux principaux modes de rupture apicilaire ou latérale;

ajoutons que ce caractère le cède absolument à l'autre en précision. En effet, parmi les Mousses, on observe de très grandes inégalités à cet égard. Dans l'*Archidium*, la rupture coïncide avec les premiers développements du sporogone ; la plupart du temps, sans être aussi prématurée, la déchirure de la coiffe précède beaucoup la différenciation du sporange; elle l'accompagne dans certains genres (*Hedwigia*, *Orthotrichum*) ; enfin elle tarde à se produire jusqu'à la maturité des spores chez les *Sphagnum*.

La déchirure latérale est ordinairement circulaire et par suite complète; la coiffe qui en résulte chez les Mousses recouvre comme un bonnet la tête du sporogone et justifie bien son nom. Dans le seul exemple que nous offre le genre *Archidium* elle est très irrégulière et souvent incomplète. Le phénomène n'est, du reste, pas identique dans tous les individus de cette Mousse dégradée. Parfois on y trouve, comme dans les *Sphagnum*, une petite coiffe bien constituée, quoique rudimentaire. D'autres fois la déchirure ayant été incomplète et le développement du sporogone trop brusque, le sac épigonial tout entier, ou diminué de quelques lambeaux, se trouve rabattu sur le côté. Sous ce rapport, comme sous plusieurs autres, l'*Archidium* se place ici à la limite des Mousses et des Hépatiques avec des caractères incertains.

Parmi les vraies Mousses, la coiffe issue d'une déchirure complète peut se séparer avec plus ou moins de netteté de la partie inférieure. La régularité de la rupture provient de ce qu'elle est précédée par une modification spéciale dans les tissus du sac épigonial. On voit alors se dessiner une bande circulaire assez étroite et horizontale correspondant au lieu même où se sont terminés les derniers cloisonnements de l'épigone. Les cellules de cette bande peuvent ne différer des autres que par leur contenu dépourvu de matières plasmiques (*Atrichum*, Pl. 14, fig. 73) ailleurs elles sont plus étroites, à cloisons horizontales plus minces et nettement parallèles (fig. 72) ; enfin leur disposition peut en outre contraster avec celle de leurs voisines (fig. 70). C'est l'endroit où se produira la rupture

quand agira la poussée du sporogone, et la déchirure sera d'autant plus régulière que la bande de différenciation est plus étroite et mieux définie. Déjà, dans *Atrichum*, la déchirure manque de netteté à cause de sa largeur trop grande ; dans les cas où rien de semblable n'apparaît, la rupture n'a plus aucune régularité, et la coiffe est laciniée à sa base (*Andreæa*, *Voitia*). Plus irrégulière enfin est celle des *Sphagnum*, où le sac épigonial, uniformément mince, reste susceptible de se déchirer également sur toute sa surface.

Des faits intermédiaires se passent lorsque la bande de tissus différenciés qui prépare la rupture n'intéresse que les assises externes de l'épigone, et surtout lorsqu'une lacune préalablement formée sépare les deux couches profonde et superficielle. Alors la rupture n'est bien nette que dans cette dernière ; les membranes internes, mi-résorbées, se déchirent irrégulièrement et forment de leurs débris mortifiés comme une sorte de collerette (Orthotrics, Funariacées, etc.). Il convient de garder ce nom de collerette pour désigner les replis qui proviennent ainsi exclusivement des assises *intérieures* de l'épigone, et les distinguer de ceux que Schimper a confondus sous le nom de *vaginula adauctrix*, formés par la base entière du sac épigonial. Ce dernier fait s'observe surtout chez les *Andreæa*, et parmi les vraies Mousses, dans la famille naturelle des Polytrics, à laquelle il ajoute un nouveau trait caractéristique. Ici la rupture, au lieu de se faire à la base, se produit au tiers inférieur du sac dans les *Atrichum*, vers le milieu dans les *Pogonatum*, et plus haut encore dans les espèces du genre *Polytrichum*.

B. — *Caractères particuliers de la coiffe au moment de la rupture.*

L'épaisseur des parois, inégale, nous le savons, aux différentes hauteurs, reste le plus souvent uniforme sur toute la périphérie à un même niveau, de sorte que la section transversale de l'organe présente une figure plus ou moins régulièrement annulaire (Pl. 14, fig. 71). Toutefois il n'en est pas toujours

ainsi, et des côtes saillantes séparées par autant de sillons profonds marquent dans sa longueur le sac épigonial des Orthotrics (Pl. 14, fig. 66) et des *Tetraphis*. Chez cette dernière plante, où les épaississements sont plus spécialement remarquables par leur régularité, les huit ou dix côtes longitudinales sont en outre renforcées de petits mamelons échelonnés qui rendent leur crête sinueuse. Dans les genres *Glyphomitrium* et *Coscinodon*, les sillons sont rudimentaires et visibles seulement au sommet; ils n'existent que vers la région moyenne dans les *Ptychomitrium*.

La nature des tissus qui composent la coiffe des Mousses est très ordinairement disparate. La règle commune est que les cellules périphériques sont étroites et épaissies, les internes à parois minces et incolores (Pl. 14, fig. 68 et 69). A cette différence de structure en correspond une autre dans les fonctions: les cellules internes, gorgées de matières plasmiques et intimement appliquées sur le sporogone, remplissent longtemps à son égard leur rôle nourricier, tandis que les cellules extérieures, fortement cutifiées, lui servent surtout de revêtement protecteur. Le seul genre *Pterygophyllum*, parmi les Mousses terrestres, ne nous a montré dans sa coiffe aucune trace de membranes épaissies; de plus les cellules externes, contre l'ordinaire, y montrent le plus grand diamètre (Pl. 14, fig. 71). Les espèces aquatiques ne présentent aucune différenciation dans les cellules, qui restent jusqu'à la fin uniformément minces et remplies de substances de réserve (*Fontinalis*, *Conomitrium*). Partout ailleurs, qu'elles soient épaissies ou non, elles se vident complètement peu de temps avant ou après la rupture.

L'extension superficielle des parois présente une grande inégalité. Tantôt l'ensemble du sac reste parfaitement cylindrique (Bryacées, Polytrics, fig. 74), tantôt il devient conique (Orthotrics, Grimmiacées) ou campaniforme (*Schistostega*, Buxbaumiacées). Chez les Funariacées, le sac se renfle subitement au-dessous du sommet pour limiter une large lacune aérifère; cette lacune atteint une grandeur démesurée dans les Encalyptées, et donne à tout l'organe la forme d'un éteignoir.

Nous ne pouvons insister sur ces détails, malgré l'intérêt qu'ils présentent, à cause de leur constance, pour la distribution systématique.

Quelque variée que soit sa forme, le sac reste caractérisé par sa parfaite symétrie. Aucune de ces irrégularités qui rendent plus tard la coiffe oblique ou bilatérale ne se produit encore, et il ne se passe même dans les tissus aucune modification qui prépare ces déchirures asymétriques. On ne peut donner comme exception les exemples, assez rares du reste, de torsion que présentent certains genres (*Leucodon*, *Leptotrichum pallidum*), et encore moins les plissements longitudinaux qui s'observent vers la base, normalement au nombre de quatre dans les Funariées, plus nombreux dans les Orthotrics, *Glyphomitrium* et plusieurs Grimmiacées.

Des accidents superficiels ou émergences de nature variée rendent parfois très caractéristique la coiffe de diverses familles. Ces détails sont trop connus des botanistes descripteurs pour que l'énumération puisse en être utile. Il importe davantage de faire remarquer que leur mode de développement est assez variable, et de distinguer en outre celles de ces aspérités qui se montrent dès la formation du sac épigonial de celles qui ont une origine ultérieure et n'apparaissent qu'après la rupture sur la coiffe déjà différenciée. Parmi les premières, qui seules doivent nous occuper présentement, les unes atteignent immédiatement leur forme définitive : ainsi les poils rigides et dressés formés d'une double rangée de cellules chez les Orthotrics, ceux des *Homalothecium*, *Pterogonium*, constitués par un simple filament articulé, les papilles des *Encalypta*, *Rhacomitrium*, *Atrichum*, *Cryphæa*, etc. D'autres conservent au contraire une croissance prolongée, qui peut se faire de deux manières très distinctes. Tantôt elle est *terminale*, et donne naissance à des poils rubanés, flexueux, rameux, dont les cellules supérieures restent longtemps pourvues de chlorophylle : c'est ainsi que se produit la chevelure épaisse, tombante et feutrée, qui recouvre en entier le sac des *Pogonatum* et *Polytrichum*. Tantôt le développement est *basilaire*, comme dans les

poils paraphysiformes ou paraphyses accrescentes des Neckéracées, *Leptodon Smithii.*

Lorsque l'organe a atteint sa formation complète, des phénomènes de résorption viennent d'ordinaire modifier ses tissus. Si l'on excepte les quelques familles des Bryacées, Polytrics et Neckéracées, les couches internes au contact du sporogone se dissocient partiellement, une fois qu'elles ont achevé de remplir leur rôle nourricier. La lacune aérifère qui les remplace est de tout autre nature que celle qui se forme par dilatation primitive des parois dans les Funariacées et Encalyptées. Vers la base, lorsque cette résorption est incomplète, elle commence à se produire dans les couches moyennes, de sorte qu'il reste un lambeau annulaire de parenchyme adhérent au sporogone et séparé par la lacune de la paroi principale. Les Grimmiacées et Orthotrics montrent cette disposition avec la plus grande évidence. Ce phénomène rend parfaitement compte de l'origine de la collerette qui accompagne si souvent la vaginule après la rupture.

C. — *Développement ultérieur de la coiffe.*

La coiffe des Mousses continue parfois à grandir, mais les modifications qu'elle subit pendant cette dernière période appartiennent d'ordinaire à l'ordre mécanique plutôt que physiologique. Celles-ci ne sont possibles, on le conçoit, qu'autant que persiste l'adhérence de la coiffe avec le sommet du sporogone. Aussi les familles telles que les Bryacées, Hedwigiées, Splachnacées, Polytrichacées, où cette adhérence est fugitive, n'en présentent aucune trace. Ailleurs ces changements se réduisent à une simple consolidation des tissus ; dans quelques cas seulement il y a croissance proprement dite. Un des exemples les plus curieux est celui qui produit les franges de la coiffe des *Campylopus*. Lorsqu'on l'observe immédiatement après la rupture, la partie basilaire de cette coiffe ne diffère en rien de celle des autres Dicranées, mais presque aussitôt quelques-unes des cellules inférieures commencent à s'allonger en poils.

Les modifications dues à des causes purement mécaniques n'ont qu'une importance très secondaire, car elles sont souvent déterminées en sens inverse par des circonstances à peine appréciables. Elles consistent en des déchirures longitudinales plus ou moins nombreuses et profondes occasionnées par la courbure de la soie, ou plus souvent par le grossissement de l'urne.

Rien de semblable évidemment ne peut se produire, et la coiffe reste entière, si elle demeure assez ample pour contenir le fruit mûr tout entier (*Encalypta*) ou si, tout en étant très courte, elle suffit néanmoins à recouvrir une minime partie de l'extrémité du sporogone (*Conomitrium*, *Cryphæa*, *Buxbaumia*, *Fontinalis*).

Ces accidents sont très variables et se rattachent difficilement à des causes communes. Ce que l'on peut dire de plus général, c'est qu'il se produit une seule déchirure, qui rend la coiffe oblique, toutes les fois que le sporogone est lui-même courbé (Dicranées, Hypnacées) ou que l'opercule est large et court (Polytrics). Pour que la coiffe conserve sa symétrie avec plusieurs déchirures longitudinales, il faut que le sporogone reste droit et atténué au sommet (*Rhacomitrium*, Orthotrics). Cependant on trouve des exemples qui échappent à ces règles.

L'attitude de la coiffe déchirée est assez constante : si elle reste symétrique, elle recouvre l'opercule comme un bonnet, d'où son nom de *mitriforme;* dans le cas contraire, elle devient oblique, et se trouve rabattue d'un côté comme un capuchon, et on l'appelle pour cela *cucullée*. Quelques Bryacées présentent à cette dernière disposition une exception accidentelle qui s'explique par la manière variable dont se produit la déchirure longitudinale unique. Si elle est causée par la courbure caractéristique que présente la soie à son sommet, elle est hâtive, et rien d'extraordinaire ne se passe ; mais lorsque intervient d'abord la dilatation de l'urne, la courbure de la soie, survenant sur ces entrefaites, a pour effet de décapuchonner complètement le sommet du fruit ; la coiffe, alors déchirée au sommet et intacte à sa base, entoure la capsule

comme une sorte de gaîne. Ce fait, assez fréquent, par exemple dans *Mnium hornum*, devient normal dans les *Discelium*. Il se passe encore quelque chose d'analogue, moins la courbure du pédicelle, dans les Cylindrothéciées, *Climacium*, en ce sens que les coiffes, démesurément allongées, malgré leur unique déchirure longitudinale, conservent leur attitude dressée. Cela tient à ce que la déchirure, produite d'abord dans la région moyenne par le grossissement de l'urne, ne se prolonge pas ou très tard jusqu'à la base de la coiffe. Celle-ci continue à embrasser étroitement le sporogone, et son sommet à recouvrir l'opercule.

La chute définitive de la coiffe n'est pas en rapport plus immédiat avec l'histoire du développement ; c'est un accident purement physique, qu'il faut se garder de confondre avec celui où toute soudure organique vient à cesser entre cet organe et l'opercule. Le temps qui sépare les deux phénomènes est très variable, et dépend uniquement de la conformation des parties. Ainsi dans les Polytrics, comme dans les Bryacées, la coiffe n'a qu'une adhérence fugitive avec le sporogone, et cependant très caduque chez celles-ci, elle persiste au contraire longtemps chez les autres. Cette particularité est due à la structure toute spéciale de la coiffe retenue à sa place par l'abondance des poils feutrés dont elle environne la capsule. Autre part la chute définitive pourra être retardée par des dispositions tout aussi accidentelles, par la protection des feuilles périchétiales (*Hedwigia*), ou par la longueur exagérée de l'opercule terminé en bec (*Leucobryum*, *Dicranum*), ou par une adhérence de simple contiguïté, lorsque aucune résorption interne n'est venue interposer de lacune entre son tissu et celui de l'urne (*Pleuridium*, *Astomum*).

2° DE LA VAGINULE.

Nous entendons ici sous ce nom la partie inférieure du sac épigonial séparée de la coiffe par la déchirure circulaire. Si, pour la raison indiquée plus haut, nous n'adoptons pas la définition de Schimper appuyée sur une idée physiologique, à

plus forte raison ne devons-nous pas faire intervenir dans le cas présent la question de l'origine, car il n'est rien de plus variable, et l'on ne pourrait en tenir compte sans s'exposer à la confusion la plus complète.

Il y a lieu de s'étonner assurément de la conformité avec laquelle on voit attribuer partout la formation de la vaginule à une accrescence du réceptacle (1).

Car l'étude du développement montre que l'origine de la vaginule est loin d'être aussi simple et aussi constante. Il suffira d'examiner ici les cas les plus tranchés, et d'indiquer ensuite quelques modes de formation mixte qui relient ces principaux types entre eux.

1° Vaginule formée par la base persistante du sac de l'épigone qui se rompt loin de sa base.

Type des *Polytrichum*. — La vaginule et le reste du sac épigonial ont ici, pour *commune origine*, le pédoncule de l'archégone transformé en tissu générateur. Il en résulte, que nulle délimitation tranchée ne permet de distinguer avant la rupture la partie du sac qui persistera de celle qui se détachera pour former la coiffe. L'ensemble constitue un tube étroitement appliqué sur le sporogone, parfaitement cylindrique et homogène dans la composition de ses éléments. Comme la rupture se produit vers le sommet de ce sac, la partie inférieure, et souvent la plus importante, se trouve directement transformée en vaginule. Celle-ci ne présente avec le pied de la soie qu'une adhérence presque nulle et sans trace de soudure, aussi ne doit-elle un peu de solidité qu'à la longueur et à la forme resserrée de la gaine dont elle embrasse étroitement la base du sporogone (Pl. 14, fig. 74).

Dans tous les autres types que nous allons étudier, il apparaît au contraire une différence très nette, même avant la rupture, entre la vaginule et le sac de l'épigone qui deviendra la coiffe. C'est une conséquence de leur diversité d'origine. Le sac épi-

(1) Schimper, *Syn. Musc. europ.*, p. XX.

gonial résulte constamment d'une zone de méristème dont le siège ordinaire est à la limite du sac de l'archégone primitif et de son pédoncule, tandis que la vaginule se constitue par des procédés tout différents et que l'on peut ramener à deux principaux. Tantôt le pied du sporogone se creuse simplement une cavité dans les tissus de la plante mère, qui ne remplissent alors qu'un rôle passif; tantôt au contraire ils contribuent activement à fortifier encore par leur accrescence la gaine d'adhérence.

2° Vaginule formée par simple perforation des tissus de la plante mère.

Type des *Hedwigia*. — La formation est marquée ici à son début par l'allongement rapide de l'embryon dont la base perfore de bonne heure le sac de l'archégone, pour s'insinuer dans les tissus inférieurs de la tige feuillée. Ce qui rend, dans le cas présent, le phénomène remarquable, c'est, outre l'absence d'accrescences quelconques, la profondeur énorme où pénètre le pied du sporogone dans l'axe du rameau, au point qu'il représente à lui seul près des trois quarts de la longueur totale de l'organe entièrement développé. L'adhérence devient aussi très intime, et finalement la dissection est impuissante à séparer sans déchirures les tissus de l'embryon de ceux du rameau floral auxquels il s'est étroitement greffé (Pl. 10, fig. 32).

Jusqu'ici les tissus de la plante mère n'ont joué qu'un rôle à peu près passif dans la formation de la vaginule; ils vont prendre une part active et prépondérante dans les phénomènes qu'il nous reste à décrire.

3° Vaginules formées par diverses accrescences de l'axe fructifère.

Type des *Phascum* (Pl. 13, fig. 62 et 63). — Les phénomènes d'accrescence sont réduits au minimum dans ce genre, qui représente sous ce rapport la majorité des familles acrocarpes. Si l'on suit la formation de la vaginule, on la voit se constituer aux dépens du pédoncule de l'archégone. Une fois la fécondation

opérée, une abondante multiplication de cellules transforme ce mince support en un massif élargi atteignant bientôt l'épaisseur de l'axe qui le porte. En même temps le pied du sporogone s'insinue graduellement dans cette colonne, pendant que ses tissus sont encore tendres, et parvient enfin jusqu'à sa base. La vaginule ainsi constituée est caractérisée, à l'état adulte, par l'absence complète, à sa surface, d'appendices quelconques provenant de l'inflorescence. Les archégones stériles et les paraphyses restent en place à sa base, et montrent ainsi avec évidence l'inactivité du réceptacle.

Type du *Leptodon*. — Ici au contraire la surface de la vaginule, recouverte en entier par les archégones stériles et les paraphyses, manifeste clairement la part prépondérante du réceptacle dans sa formation. C'est ce type qui a été pris pour la règle par les observateurs, quoiqu'il se rencontre très rarement : le plus souvent, en effet, par exemple dans la plupart des Mousses pleurocarpes, l'accrescence du réceptacle, au lieu d'être isolée et exclusive, s'ajoute à celle du rameau périchétial entier.

Type du *Climacium*. — Dans ce genre, l'accrescence se limite à la partie feuillée du rameau fructifère, le réceptacle ni le pédoncule de l'archégone ne jouant un rôle appréciable. Ce rameau, d'abord réduit à un bourgeon très court au moment de la fécondation, s'allonge en développant de nouvelles feuilles, et finit par envelopper totalement le pied du sporogone, c'est-à-dire à former la vaginule.

Type des *Buxbaumia* (Pl. 14, fig. 75). — L'accrescence ne se borne plus ici à un ramuscule latéral, c'est la plante entière qui devient la vaginule du nouveau fruit. Pour cela, en même temps qu'il se développe en longueur, l'axe s'épaissit notablement en diamètre, et forme une sorte de bulbe nourricier destiné à suffire aux besoins du sporogone. Ce bourgeon vaginule, dont le volume l'emporte énormément sur celui de la plante florifère, continue à se pourvoir de poils radicaux qui favorisent sa végétation indépendante.

Comme il est naturel de s'y attendre, des formations mixtes

servent en quelque sorte de trait d'union entre les plantes précédentes prises comme termes de comparaison ; il suffira d'indiquer brièvement les plus saillantes. La vaginule des *Atrichum*, très voisine de celle des *Polytrichum*, tient aussi cependant de celle de l'*Hedwigia* par la base perforante du sporogone. Les *Cinclidotus*, *Funaria*, ont un pied pénétrant, qui, après avoir traversé de part en part le cylindre formé par le pédoncule de l'archégone, s'enfonce profondément dans la tige. Très proches encore des *Hedwigia* par leur soie perforante et leur réceptacle inactif, les Fontinales et les *Cryphæa* montrent des affinités incontestables avec les autres genres pleurocarpes par l'accrescence du rameau feuillé. Enfin le rameau vaginulaire de beaucoup d'Hypnacées résulte de l'accrescence combinée du réceptacle et de l'axe qui le supporte. Il présente même souvent une certaine tendance à s'isoler par la production de poils radicaux, et à se rapprocher ainsi, bien que d'assez loin, de la vaginule indépendante des Buxbaumiées.

L'union qui s'établit, par l'intermédiaire de la vaginule, entre le sporogone et l'organisme maternel, est généralement remarquable par sa solidité, et si, chez quelques espèces, la soudure, au début, est parfois nulle ou très faible, elle finit généralement par devenir intime. Ce dernier fait est particulièrement curieux à vérifier chez les *Campylopus*, où la chute du fruit encore jeune peut se produire spontanément par suite de la courbure exagérée de la soie fortement hygroscopique. Lorsque arrive le moment critique, si l'extrémité de l'opercule s'abaisse jusqu'à heurter un obstacle, il suffit de ce simple choc pour amener la séparation du sporogone. Si au contraire, par suite de la courbure moins prononcée, le choc n'a pas lieu, la soie reste incluse dans la vaginule, et finit même par contracter avec elle une adhérence qui permet la maturation des spores. Tous les autres exemples de fruits caducs rapportés par Schimper se rattachent à une autre cause. Ainsi dans les *Conomitrium*, *Bruchia*, *Voitia*, le phénomène n'est pas dû au relâchement de la vaginule, mais à une véritable rupture de la soie vers sa base. Il en est de même chez les

Sphaignes, où la fracture s'opère à des hauteurs diverses, soit à la base de l'urne, soit même dans le pseudopode qui supporte le fruit, mais où la vaginule conserve sa solidité jusqu'à la fin.

DES ENVELOPPES ANNEXES.

La corrélation de développement que la fécondation détermine entre l'archégone et quelques organes voisins de la plante mère se traduit par l'apparition de parties nouvelles ou par l'accrescence de parties déjà existantes. Comme aucun de ces phénomènes ne se produit en l'absence du fruit, et qu'ils ont pour effet de lui constituer une sorte d'enveloppe extérieure, il est impossible de séparer leur histoire de la sienne. Nous les étudierons successivement dans les axes et les appendices.

§ 1. — Axes fructifères accrescents.

L'axe fructifère des Muscinées, lorsqu'il est nettement différencié, peut se diviser en deux régions : le rameau proprement dit, qui se termine avec les dernières feuilles coronales, et son sommet généralement conique ou aplati, supportant immédiatement les archégones. C'est ce que l'on appelle le *réceptacle*.

A. *Accrescence du réceptacle*. — Nous avons constaté déjà plusieurs phénomènes de cette nature en étudiant la formation de l'épigone chez les Sphaignes et quelques Hépatiques, et celle de la vaginule dans beaucoup de vraies Mousses. Il ne nous reste à examiner ici que celles de ces accrescences qui concourent à former les enveloppes accessoires ou les annexes du fruit.

Le réceptacle peut se développer de deux façons très distinctes : *autour* du sac de l'épigone ou *au-dessous* de lui.

Le premier cas s'observe seulement dans la tribu naturelle des Géocalycées, parmi les Hépatiques. Le rameau fertile de ces plantes, horizontal et très court, se creuse en cuiller à son extrémité, et c'est au fond de cette petite cavité que l'ar-

chégone se dresse verticalement. Dès que l'oosphère a été fécondée, le réceptacle commence à devenir un centre actif de multiplications cellulaires, et à produire un sac ouvert au sommet entourant l'épigone (Pl. 13, fig. 65). Le caractère le plus curieux de cette formation tient à la direction de sa croissance. Au lieu de continuer à s'allonger dans le sens de l'axe qui le porte, le sac s'enfonce perpendiculairement au plan du support, et montre ainsi le seul exemple, sans doute, parmi les Muscinées, d'un axe doué d'un géotropisme franchement positif. Il reste ordinairement distinct de l'épigone, si ce n'est dans le genre *Geocalyx*, où une concrescence unit les deux enveloppes qui finalement se confondent en une seule.

L'accrescence du réceptacle *au-dessous* de l'épigone a pour effet de soulever la fructification au sommet d'un support qui simule un pédicelle. Cette sorte de faux pédoncule ou *pseudopode* est partout indiquée comme spéciale aux Andréacées et aux *Sphagnum;* on en retrouve cependant encore l'existence assez nette, quoique rudimentaire, dans la tribu des *Jubulées*, parmi les Hépatiques.

B. *Accrescence du rameau floral.* — Cette accrescence intéresse surtout la formation de la vaginule dans les Mousses pleurocarpes dont nous nous sommes occupés plus haut. Remarquons seulement ici combien elle reste distincte de celle du réceptacle, puisque l'allongement du rameau atteint son maximum dans les Cryphées, Fontinales et Buxbaumiées, où le réceptacle est inactif, et, par contre, elle manque dans les *Sphagnum* et *Andreæa*, où nous venons de voir l'autre excessif.

L'axe des Acrocarpes vivaces reste susceptible de se développer aussi après la fécondation, mais d'une façon tout inverse, en donnant naissance à une pousse latérale. Cette production, que Schimper appelle *innovation*, se rapporte au fruit futur, au lieu que l'accrescence du rameau des Pleurocarpes intéresse le fruit déjà formé; de plus, l'innovation se montre même au-dessous d'un archégone stérile, d'où l'antagonisme complet des deux phénomènes.

§ 2. — Des feuilles accrescentes.

A. *Du périchèse.* — Les appendices foliaires participent souvent aux mouvements d'accrescence qui s'opèrent autour de l'archégone fécondé : leur ensemble constitue le *périchèse*, et chacun d'eux est une feuille *périchétiale.* Cette notion n'est pas de tout point conforme à l'usage pratique que l'on fait de ce mot dans le langage descriptif, qui lui-même est loin d'être exactement fixé. La question de l'origine est communément laissée dans l'oubli, et pour plusieurs bryologues c'est la différence de forme ou de structure qui constitue le périchèse. D'autres au contraire, à l'exemple de Schimper, appellent ainsi indistinctement tout l'ensemble des feuilles qui entourent immédiatement le fruit (1). L'une et l'autre de ces notions présentent plusieurs inconvénients, outre qu'elles méconnaissent toutes les deux ce qu'il importe le plus de distinguer dans les feuilles périchétiales.

Si, en effet, on s'appuie sur la forme, on peut être fort embarrassé, dans bien des cas, pour décider s'il y a ou non un périchèse, et la conclusion pourra dépendre, pour une même espèce, de l'époque où sera faite l'observation. Il serait facile de multiplier les exemples. Un grand nombre de Pottiacées ont un périchèse d'abord très distinct par ses folioles plus petites que les coronales, mais finalement toute différence disparaît. Le contraire a lieu dans les *Zygodon*, où les feuilles périchétiales ne ressemblent aux autres qu'au début de leur évolution. Enfin, dans plusieurs *Grimmia*, les feuilles externes du périchèse atteignent seules une dimension comparable à celle de la tige, les autres demeurant plus petites.

La seconde définition a l'avantage de s'appliquer à des organes déterminés, bien qu'il soit difficile d'y établir une exacte délimitation ; mais son défaut capital est de désigner d'une même façon des feuilles qui n'ont aucun rapport dans des familles d'ailleurs très naturelles. Ainsi, dans le groupe

(1) *Syn. Musc. europ.*, p. 35.

des Polytrics, on appellerait périchétiales les folioles internes des *Polytrichum*, qui forment un périchèse partiellement accrescent; celles des *Atrichum*, qui représentent encore un périchèse, mais tout entier de formation récente ; et enfin celles des *Pogonatum*, qui sont purement des feuilles coronales, puisque la fécondation ne modifie en rien leur structure.

Il n'est qu'un moyen d'éviter ces inconvénients, c'est de restreindre le terme de périchétiales aux feuilles qui naissent ou se modifient postérieurement à la fécondation. Pour celles qui étaient déjà différenciées, et qui conservent ultérieurement leurs caractères, elles doivent être plutôt comprises sous la dénomination de coronales et leur ensemble s'appeler, comme partout ailleurs, involucre. C'est sur un pareil critérium que repose la distinction des deux espèces d'enveloppes gamophylles, désignées parmi les Hépatiques sous les noms de périanthe et d'involucre ; il y a donc lieu d'adopter pour les Mousses une terminologie semblable. Ainsi, pour l'appliquer à quelques exemples, nous dirons que les *Cinclidotus*, *Fissidens*, *Conomitrium*, *Pogonatum*, où l'involucre est bien distinct, n'ont pas de périchèse; que cet organe est tout entier de formation récente dans les *Hedwigia*, *Atrichum* et beaucoup d'Orthotrics; simplement accrescent dans les *Encalypta*, *Zygodon*, *Homalia;* enfin, que la plupart des Hypnacées et Grimmiacées possèdent à la fois l'un et l'autre de ces deux derniers modes de formation. Rien n'empêche ensuite de tenir compte des particularités de forme et de structure en indiquant que le périchèse est formé de folioles conformes aux feuilles de la tige (Pottiées, *Climacium*), hétéromorphes, obtuses (Fontinales), plissées (Orthotrics), membraneuses (*Polytrichum*), ciliées (*Hedwigia*), engaînantes (Dicranées, *Ceratodon*, etc.).

Les feuilles périchétiales, de même que celles de la tige, se succèdent en spirale régulière : il n'est pas étonnant que leur nombre absolu soit variable comme l'est en général celui des organes disposés en symétrie spiralée; les axes les plus vigoureux en produisent un plus grand nombre, et pour

chaque espèce on ne peut fixer que des limites. Il est remarquable toutefois que la plupart des périchèses sont formés d'un ou plusieurs cycles de trois feuilles chacun.

Il n'existe rien de particulier dans leur mode de développement, qui procède, comme dans les feuilles caulinaires, suivant deux marches successives et opposées. Les premières divisions sont apicilaires, et donnent lieu à un accroissement basifuge. Cette multiplication s'arrête bientôt après avoir formé le sommet de la future feuille. Un méristème qui se forme à la base achève de produire le reste de l'organe en direction basipète.

Le périchèse d'*Hedwigia ciliata* se prête entre tous à cette vérification par les découpures nombreuses de ses folioles, qui servent de points de repère pour suivre la marche de l'évolution.

B. *Du périanthe.* — On donne ce nom, chez les Hépatiques, à l'enveloppe gamophylle qui correspond exactement au périchèse des Mousses. Il se distingue donc surtout de l'involucre par son apparition tardive. Mais son développement d'ailleurs est très rapide, et commence autour de l'inflorescence, dès que le premier archégone est arrivé à l'état adulte. Bien plus, il se continue même dans le cas où l'archégone vient à avorter ; aussi n'est-il pas rare de le trouver bien conformé sur les rameaux stériles de *Lejeunia*, *Madotheca*, etc.

Ce périanthe (appelé *colésule* par Dumortier), arrivé à son complet développement, constitue une sorte de sac ouvert et souvent découpé à son sommet, à parois riches en chlorophylle jusqu'à la fin, et réduites ordinairement à une seule assise cellulaire. Il forme l'enveloppe générale de l'inflorescence chez la plupart des Jungermanniacées, et ne manque que dans les tribus où l'épigone provient de l'accrescence du réceptacle.

Les autres familles d'Hépatiques en sont dépourvues, ou bien si quelques genres voisins des *Marchantia* possèdent un organe analogue, il diffère de celui des Jungermannes en ce qu'il sert d'enveloppe spéciale à chaque archégone, au lieu de protéger l'inflorescence entière.

Sa nature foliaire est incontestable, et ressort clairement du mode de développement. Les genres qui, comme *Lophocolea*, présentent des découpures à son orifice, sont surtout favorables à cette observation. Car on voit d'abord apparaître de véritables feuilles périchétiales de formation récente en nombre égal à celui des lobes terminaux ; puis ces folioles isolées se trouvent soulevées, postérieurement à leur apparition, par le développement simultané des tissus inférieurs, d'une façon qui rappelle absolument l'organogénie des corolles gamopétales.

C. *Des paraphyses.* — Il est peu d'études qui montrent mieux que celle des paraphyses la difficulté ou, pour mieux dire, l'impossibilité d'être exactement fixé sur la valeur morphologique des organes appendiculaires chez les Muscinées. On s'accorde généralement à reconnaître dans ces petits filaments de simples poils accompagnant les organes reproducteurs. Cependant il semble que leur nature foliaire est plus probable, et c'est pour cela que nous les rapprochons ici des feuilles périchétiales.

Il est incontestable que par leur distribution sur l'inflorescence et par leur aspect extérieur, les paraphyses sont intermédiaires aux feuilles et aux poils, et qu'elles semblent même au premier aspect plus rapprochées de ces derniers. Toutefois, si nous cherchons les passages qui peuvent les rattacher à ces organes voisins, nous n'en trouvons de bien nets que du côté des feuilles. Ces transitions, très fréquentes et bien connues dans les inflorescences mâles discoïdes, se retrouvent aussi, mais plus rares, sur les rameaux femelles. Ceux des *Meesia*, *Paludella*, en offrent des exemples encore très clairs; un des plus frappants est fourni par ceux du *Leptodon Smithii* (Pl. 14, fig. 77 et 78). On chercherait vainement rien de semblable entre les paraphyses et les vrais poils qui restent parfaitement distincts, même lorsqu'ils sont entremêlés ou contigus (*Polytrichum*, *Orthotrichum stramineum*).

Outre cette première raison d'analogie, il existe deux autres moyens de preuve que les partisans de l'opinion contraire ont essayé de détourner à l'appui de leur idée. « Les paraphysese

suivant Schimper, naissent à la manière des poils radicaux, de cellules qui se détachent de la tige et se multiplient par division. Cette division suit la norme de l'accroissement des filaments proembryonnaires (1). » Or cette croissance du protonema exclusivement terminale est exposée plus haut par le même auteur avec une netteté remarquable et formulée même avec la précision des symboles mathématiques. Par malheur, cette exposition ne convient pas à exprimer l'accroissement de toutes les paraphyses. Quelques-unes se développent au contraire suivant le mode qui s'observe dans les feuilles, montrant d'abord un accroissement terminal limité, puis une croissance basilaire en sens inverse. Suivons le phénomène, comme exemple, dans le *Leptodon Smithii*. La cellule primaire donne naissance à deux cellules aptes également à se diviser; cette division intercalaire et terminale à la fois se répète encore à deux ou trois reprises et se limite à la production d'environ huit à douze cellules. L'accroissement terminal est alors définitivement éteint, et fait place au développement basipète qui produit tout l'allongement normal de la paraphyse (fig. 76).

L'erreur de Schimper vient sans doute de ce que la plupart des paraphyses sont beaucoup plus vite arrêtées dans leur croissance; la multiplication basilaire se réduit à quelques cellules, mais il est rare qu'elle fasse totalement défaut.

Le même auteur invoque encore la position des paraphyses sur l'axe, pour contester leur nature foliaire.

« Filamenta hæc ab aliis botanicis pro nectariis, ab aliis pro
» foliorum abortivorum rudimentis, vel pro radicularum
» initiis habentur; sed haud patet quo jure, quum nec indo-
» lem et naturam nectariorum, nec dissepimenta obliqua
» radicularum, *nec denique dispositionem foliorum regularem*
» exhibeant; paraphyses sunt, ut Hedwigius ea justissime
» vocat, i. e. producta accessoria quæ in plantis, quas perfec-
» tiores dicunt, nulla analoga habent (2). »

(1) *Recherches sur les Mousses*, p. 52.
(2) Schimper, *Syn. Musc. europ.*, p. XIII.

La citation complète nous révèle pleinement la pensée de l'auteur : il ressort des dernières lignes que par leur nature morphologique les paraphyses ne correspondent *exactement* à aucun des organes appendiculaires, tels qu'on est habitué à les trouver chez les végétaux supérieurs. Cette manière de voir est parfaitement exacte ; toutefois, malgré les anomalies qui leur constituent en quelque sorte un rang à part, les paraphyses gardent encore avec les feuilles une analogie que ne détruit pas, autant que le dit Schimper, l'étude attentive de leur disposition sur l'axe.

Il est hors de doute que, considérées isolément, elles n'occupent pas une place régulière dans une série spiralée quelconque ; mais de ce fait on peut conclure seulement que chacune d'elles ne représente pas une feuille entière. Il n'en est pas autrement des paraphyllies, si abondantes chez plusieurs Leskéacées et Hypnacées ; néanmoins la nature foliaire de ces organes accessoires n'est contestée par personne. Il n'y a pas lieu d'appliquer l'argument aux unes plutôt qu'aux autres. Bien plus, si l'on examine attentivement l'origine des paraphyses, sur les points de l'axe où elles sont entremêlées aux vraies feuilles, il ressort clairement qu'elles sont formées par dédoublement de ces dernières. Ce sont des rangées de cellules parallèles à celles du limbe, se développant concurremment avec lui, distribuées enfin très exactement au même niveau et de chaque côté, de sorte qu'elles n'en sont séparées, pour ainsi dire, que physiquement. Dans les Polytrics, quelques-unes semblent en outre provenir du dédoublement des lamelles supérieures de la feuille. La forme des cellules diffère en raison de leur croissance isolée, et il n'y a pas lieu de s'en étonner ; toutefois il existe encore dans bien des cas assez de ressemblance pour frapper l'observateur attentif. Les paraphyses du réceptacle possèdent une structure un peu différente, comme on voit souvent les bractées d'une inflorescence contraster avec les feuilles de la tige.

Il faut avouer cependant que la valeur morphologique des paraphyses reste très obscure, et si quelques-unes d'entre elles

manifestent nettement leur nature foliaire, il en est d'autres où cette assimilation est impossible à établir, par exemple dans les *Sphagnum*. Cet organe n'est pas le seul des Muscinées qui échappe aux classifications morphologiques généralement admises, et son homologie n'est pas plus douteuse que celle du protonema, considéré tour à tour comme racines, comme poils, et qui présente le plus souvent le caractère du thalle d'Algues filamenteuses. Il n'y a aucun intérêt, du reste, à se prononcer sur ces organes mal différenciés.

La structure des paraphyses n'a pas toujours été parfaitement décrite : on connaît bien leur variété de formes dans les inflorescences mâles, mais on admet généralement leur complète uniformité dans les fleurs femelles. Il y a de très nombreuses exceptions. Ordinairement simples, elles se montrent accidentellement rameuses (*Pylaisæa*); souvent linéaires, elles s'épaississent en massue chez beaucoup de Bryacées. Elles sont hétéromorphes dans les *Hedwigia*, *Anomodon viticulosus*, où les grandes atteignent le double du diamètre des petites ; dans les Méesiées, où les unes, très raccourcies, sont en outre claviformes et légèrement accrescentes. Elles forment un filament qui s'élargit en lame foliaire au sommet (*Paludella*); cet élargissement peut se produire, puis cesser alternativement dans le cours du développement en longueur, de sorte que le filament complet est formé par une succession de rangées simples et de rangées multiples de cellules (*Leptodon*, *Andreæa*).

Leur rôle physiologique est certainement de nourrir le jeune sporogone pendant la première période de son évolution. Pour preuve, on peut observer ces filaments à l'époque de la fécondation : leurs cellules, jusqu'alors gorgées de matières plasmiques, se vident avec la plus grande rapidité aussitôt après la formation de l'œuf. Si la plupart persistent avec leur forme, grâce à la rigidité de leur membrane enveloppe, quelques-unes plus minces disparaissent bientôt par résorption totale. C'est ce que Schimper avait déjà bien observé chez les *Sphagnum*.

Il est facile de vérifier un phénomène analogue dans les genres *Pellia*, *Sphærocarpus*, où la caducité de ces petits or-

ganes les avait seule fait méconnaître jusqu'ici. On ne peut plus dès lors répéter avec les auteurs, que les paraphyses font défaut à toute la série des Hépatiques, ni citer comme unique exception à la règle le *Marchantia polymorpha*, où leur existence était depuis longtemps reconnue.

APPLICATION A LA CLASSIFICATION DES MUSCINÉES.

La classification d'un groupe quelconque de végétaux ne peut être fondée que sur la connaissance complète de leur organisation ; c'est assez dire qu'elle ne se dégage que péniblement d'une série d'ébauches successives, à mesure que les détails de la structure et du développement se révèlent à l'observation. Si, pour atteindre ce but, il ne faut négliger aucun des documents qui s'y rapportent, à plus forte raison doit-on tenir compte, avant tous les autres, des caractères que leur importance place au premier rang.

De nos jours la classification des Muscinées a été l'objet de travaux nombreux et importants, mais où perce la tendance de plus en plus accentuée à attribuer une valeur prédominante aux particularités présentées par l'appareil végétatif. Sans contester la commodité pratique de cette méthode, on peut affirmer toutefois que l'archégone et la fructification qui en résulte étant des organes essentiels, l'examen de leurs principales modifications doit fournir des bases plus solides pour la coordination systématique de ces plantes.

Nous essayerons ici de signaler quelques rapprochements qui nous semblent justes, sans avoir la prétention de donner ces résultats comme définitifs, d'abord parce qu'ils sont établis au point de vue un peu exclusif de l'appareil fructifère, mais surtout parce qu'ils ne s'appuient que sur l'observation des espèces indigènes.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES MUSCINÉES.

Dès l'origine l'organe femelle des Muscinées, par son mode de développement et d'insertion, se sépare nettement de ceux qui remplissent une fonction analogue dans les groupes voisins; nous n'avons pas à revenir ici sur les faits qui nous ont servi à combattre leur fausse homologie. Suivons l'organe dans son évolution ultérieure, et nous verrons que l'appareil fructifère diffère absolument de celui des autres Cryptogames.

Nous grouperons les faits examinés autour de deux idées générales :

1° Le produit immédiat de la fécondation chez les Muscinées est un *fruit* et non pas un individu distinct formant génération alternante avec la plante mère.

2° Entre ce fruit et l'organisme maternel il existe un parallélisme complet sous le rapport de la perfection organique.

I. — Chez les végétaux inférieurs, le rôle de l'organe femelle se termine à la fécondation; s'il continue parfois après la formation de l'œuf à lui servir d'enveloppe, c'est passivement, et sans devenir le siège de modifications ultérieures jusqu'à sa dissolution finale. Spécialement chez les Vasculaires, l'adhérence des enveloppes avec l'embryon ne fait que décroître continuellement à partir de la fécondation, pour cesser peu après; la jeune plante se suffit dès lors à elle-même, et n'offre plus trace de l'organisme éphémère qui l'a nourrie.

Dans les Muscinées seulement, la paroi de l'archégone, unie à l'oosphère par une communauté d'origine, ne cesse de fortifier la connexion organique qui les rattache. Loin de s'en séparer jamais, elle prend un accroissement corrélatif et se soude indissolublement avec le sporogone. Il résulte de cette union un organe tout spécial et bien délimité, bien qu'à sa formation les tissus de la plante mère prennent une part souvent égale à celle de l'œuf fécondé.

Comment convient-il de considérer cet ensemble? Est-ce tout simplement le fruit de la Mousse, comme les bryologues

l'ont constamment appelé, ou doit-on y voir le terme d'une génération alternante? Nous croyons que l'ancienne opinion est l'expression de la vérité, et que, pour s'en convaincre, il suffit de suivre attentivement toute la série du développement.

Malgré l'homologie incontestable des oosphères, leur évolution présente les plus grandes variations dans la série des végétaux. La fécondation, en créant au sein de ces cellules privilégiées un nouveau centre végétatif, leur imprime suivant les cas une direction tout opposée. Dans la plupart des Thallophytes, cet œuf est directement une spore; dans les Floridées, il produit un rameau sporigène; dans les Vasculaires, il devient une plante véritable; dans les Gymnospermes, il se change en un ou plusieurs embryons. Une telle diversité n'a rien qui nous oblige à conclure par analogie que le produit immédiat de l'acte sexuel est un individu.

Si nous lui accordons ce titre chez les Vasculaires, c'est que nous voyons le nouvel embryon se munir rapidement des organes essentiels qui lui serviront plus tard à mener une vie indépendante. Dès ses premières divisions cellulaires il présente, outre l'organe provisoire de fixation et en direction angulaire avec lui, deux sommets végétatifs, l'un qui produira la tige, l'autre la principale racine. Toute la croissance chez les Muscinées se concentre au contraire en un seul point diamétralement opposé à celui qui doit le rattacher indissolublement à la plante mère. Il n'existe proprement ici ni racine ni tige, et parfois même toute croissance terminale disparaît, lorsque chez les Hépatiques inférieures, telles que les *Riccia*, les premiers cloisonnements de l'œuf se font en direction trirectangulaire, et s'arrêtent après avoir donné naissance à un simple sac sporangial. Rien ne justifie donc le titre d'individu donné au sporogone, puisqu'il n'en possède, même à l'état rudimentaire, aucun des organes nécessaires.

Il n'en acquiert pas davantage et à aucune époque la vie indépendante. Sans doute on trouve dans la nature des parasites fort nombreux, mais il ne s'en trouve aucun assez dégradé pour ne posséder, au moins à quelque instant de son

existence, une sorte d'autonomie, ou du moins qui ne tende par quelques-unes de ses fonctions à manifester son activité propre. Le sporogone des Mousses n'offre rien de semblable : dans les cas les plus simples, il reste inclus jusqu'à la fin dans le rameau archégonial dont il forme l'axe. Lors même qu'il se dégage de l'intérieur des tissus de la plante mère, loin de chercher à s'en isoler complètement, son adhérence devient chaque jour plus intime, d'autant que l'espèce est elle-même plus élevée, si intime que le rameau fructifère tend parfois à se séparer de la tige principale plutôt que du sporogone qu'il doit nourrir. Le sporogone, dont l'existence reste absolument subordonnée à celle du rameau nourricier, est donc dépourvu d'individualité.

Enfin partout où apparaît dans la série végétale un nouvel individu issu de génération sexuée, on remarque dans sa direction d'accroissement un changement complet qui contraste avec celle de la plante mère. La radicule des Phanérogames pointe constamment vers le micropyle, qui représente le sommet théorique de l'ovule ; l'axe embryonnaire des Cryptogames vasculaires se développe dans un plan différent de celui du prothalle. Seul le sporogone, s'il constituait une individualité distincte, ferait exception à cette loi ; mais la continuité de sa croissance, avec celle du rameau qui le porte, montre plutôt qu'il n'en est que le prolongement et la terminaison naturelle.

On ne peut invoquer à l'appui de l'individualité du sporogone ce fait qu'il subit immédiatement l'influence de l'hybridité dans les cas de fécondation croisée, car on sait que de pareils exemples ne sont pas rares chez les Phanérogames, où l'action d'un pollen étranger se manifeste, non seulement sur l'organisme embryonnaire, mais encore sur les enveloppes du fruit.

Le terme usité chez les végétaux supérieurs nous paraît aussi le meilleur pour désigner ce produit complexe où l'on retrouve simultanément associés à la fois le produit immédiat de l'œuf fécondé et des parties issues de la plante mère, doués

d'un accroissement corrélatif et constituant d'ailleurs un tout bien défini. Pour exprimer, en un mot, cet ensemble de caractères physiologiques, nous dirons que les Muscinées seules entre toutes les Cryptogames ont un *fruit* d'origine *sexuée*, produisant par différenciation interne de ses tissus des spores d'origine *endogène*.

II. — La comparaison que l'on peut établir entre le sporogone des Muscinées et la plante mère permet de dégager un autre caractère propre à ce groupe des Cryptogames supérieures, et consistant en ce que le degré de perfection de l'un et de l'autre organisme suit une progression dans le même sens. Tout vague que soit ce critérium, comme tout ce qui repose sur une simple vue d'ensemble, il doit trouver place ici, par la raison qu'on a récemment émis des propositions tout opposées, tendant à insinuer l'existence d'une sorte de balancement organique entre l'appareil végétatif et celui qui provient de l'œuf fécondé.

La seule plante, entre toutes les Muscinées, qui soit susceptible de donner le change sur ce point, est l'*Anthoceros*. Il ne sera pas inutile peut-être de suivre sur le terrain même qu'ils veulent bien choisir la pensée des auteurs dont nous combattons la théorie, et de considérer un instant cette plante étrange qui se place en quelque sorte à la bifurcation des deux branches supérieures de Cryptogames.

Si l'on voulait établir le parallèle complet entre les Fougères et les *Anthoceros*, il faudrait rappeler nécessairement une foule de caractères généraux examinés autre part, puisque cette dernière plante, comme toutes les Muscinées, diffère absolument des Vasculaires par la nature de son archégone et le développement de son fruit. Tel n'est pas notre but : il s'agit seulement de relever des différences d'un autre ordre, accessoires sans doute, mais instructives encore, et d'autant plus qu'elles ont pour objet une plante se rapprochant davantage de celles dont elle doit soutenir la comparaison.

Bien qu'entre organes aussi peu différenciés que des thalles il existe en somme plus de points de ressemblance que

de différences tranchées, celles qui s'observent entre le thalle des *Anthoceros* et le prothalle des Fougères ne manquent pas d'importance. 1° Si l'on considère les éléments anatomiques, on voit que partout chez les Vasculaires, en y comprenant la végétation prothallienne, la chlorophylle se localise au sein du protoplasma sous forme de grains figurés et nombreux dans chaque cellule. Elle se présente constamment à l'état diffus dans les cellules des *Anthoceros*, qu'elle remplit totalement dans le jeune âge, pour se condenser ensuite tantôt en une masse ellipsoïde ou fusiforme, tantôt en une lame repliée irrégulièrement sur les bords. 2° Le thalle absolument homogène des *Anthoceros* est loin d'avoir l'avantage sur les prothalles de Fougères, au point de vue de la différenciation externe, car ces derniers montrent une localisation très nette des organes femelles sur des coussinets spéciaux que leur épaisseur et leur position rendent très distincts de la région marginale mâle ou stérile.

En somme, le système végétatif des *Anthoceros* doit être placé, même comparé aux prothalles, au dernier rang d'imperfection. Ce fait, on le voit, est loin de cadrer avec les vues théoriques de ceux qui tiennent que la complication progressive de l'appareil végétatif est corrélative à un état rudimentaire du sporogone. Dans les *Anthoceros* la sexualité reste tardive, et nonobstant le thalle n'a pas évolué ; ses organes végétatifs autant que son sporogone révèlent un état de dégradation complète.

Les *Anthoceros* ne sont pas les seules Mucinées qui échappent à ce prétendu balancement organique : on peut dire, au contraire, de toutes ces plantes sans exception, qu'elles se montrent soumises à une loi opposée. Bien loin que le développement végétatif de la plante sexuée nuise à la perfection du sporogone, on voit plutôt l'un et l'autre s'élever progressivement en direction parallèle. Les Hépatiques inférieures, telles que les *Riccia*, ont un appareil végétatif rudimentaire, leur sporogone est aussi de la plus grande simplicité ; tandis que plus haut dans l'échelle des Mousses, parmi les Polytrics,

par exemple, la merveilleuse complication du fruit rivalise avec la variété des tissus de la tige et des feuilles. Non seulement la perfection anatomique, mais l'importance en volume suit la même progression. Alors que les Mousses les plus élevées, celles, par conséquent, qui, dans l'idée de l'évolution, s'éloignent le plus des Fougères, devraient montrer une prédominance excessive de l'appareil végétatif sur le sporogone, on observe dans le sens contraire une disproportion étonnante. Pour ne citer que les Buxbaumiées, Mousses excentriques et compliquées entre toutes, les organes végétatifs disparaissent presque à l'œil nu, et la plante adulte se révèle surtout par sa volumineuse fructification.

A vrai dire, la loi précédente, formulée depuis longtemps par J. G. Agardh (*Theor. syst. plant.*), n'est exacte que dans les limites où l'appliquait le savant Suédois, c'est-à-dire aux plantes vasculaires, mais elle y est remarquablement frappante. Si l'on suit la série complète, depuis les Fougères ou les Prêles jusqu'aux Gymnospermes, on assiste à une réduction successive du prothalle et à un perfectionnement toujours croissant de la plante. Cette loi montre bien l'étroite liaison des Phanérogames et des Cryptogames vasculaires, mais elle fait ressortir d'un autre côté l'interruption entre ces dernières et les Muscinées, intervalle dont rien jusqu'ici n'a pu combler la distance.

En résumé, nous pouvons conclure en disant que :

1° Les Muscinées sont les seules Cryptogames supérieures pourvues d'un *archégone* dans le sens strict et étymologique du mot.

2° Les seules qui produisent un *fruit* d'origine sexuée donnant par différenciation de ses tissus des spores d'origine endogène.

3° Les seules enfin où l'on ne remarque pas de balancement organique entre le système végétatif et l'organe reproducteur.

DIVISIONS GÉNÉRALES DES MUSCINÉES.

Entre tous les systèmes proposés pour établir les principaux groupes de Muscinées, il en est un que son ancienneté et l'assentiment presque général placent au premier rang. C'est la division si naturelle en deux classes : Mousses et Hépatiques. Quelques auteurs toutefois ont émis la pensée d'élever au même rang une troisième classe démembrée des premières, et comprenant pour les uns les Sphaignes, pour les autres les *Anthoceros*.

L'idée de former pour le genre *Sphagnum* une division du premier ordre parmi les Muscinées, exprimée d'abord par Schimper comme conclusion de sa remarquable monographie de ces plantes (1), se trouve abandonnée dans le dernier ouvrage de l'illustre bryologue, qui leur restitue, avec raison, la place qui leur convient parmi les Mousses. Il ne semble donc pas utile d'insister beaucoup pour réfuter une manière de voir délaissée par son auteur même ; toutefois, comme cette opinion est restée celle d'un grand nombre de botanistes, il importe de montrer le peu de raisons qui l'appuie.

Il est certain que, de toutes les Mousses, les Sphaignes représentent le type le plus excentrique, et qu'elles se rapprochent même des Hépatiques, surtout par la différenciation imparfaite de leur sporange. Ce caractère, malgré sa haute importance, ne peut suffire à fonder une division du premier ordre parmi les Muscinées, puisque d'ailleurs il n'est pas opposé dans les deux classes : on sait que les Hépatiques inférieures se rapprochent des Mousses par l'absence complète de cellules stériles entremêlées aux spores. D'autre part tous les autres caractères des Sphaignes les rattachent aux Mousses, et de ce côté les transitions sont ménagées par l'intermédiaire des *Andreæa* et des *Archidium*. Beaucoup même des traits qui semblent au premier abord constituer une organisation

(1) *Hist. naturelle des Sphaignes*, p. 13.

spéciale, et faire de ce genre un groupe entièrement isolé, lui sont effectivement communs avec plusieurs autres et tous de la classe des Mousses. Ainsi la structure anormale des feuilles composées de cellules, les unes vides, les autres pourvues de chlorophylle, se retrouve dans les *Leucobryum;* la tige, avec son revêtement cortical de cellules vides et non épaissies, n'est pas sans analogie avec celle des *Philonotis*, ou le rhizome des Polytrics. Il partage avec le genre *Andreæa* la présence d'un pseudopode, d'un sac sporangial en forme de dôme, et d'une columelle interrompue au-dessous du sommet de l'urne; avec l'*Archidium*, une coiffe très mince à déchirure irrégulière, une vaginule courte et massive; avec les *Tetraphis*, un prothalle parfois lamelleux; avec la plupart des Mousses, la déhiscence operculaire du sporogone; avec toutes, enfin, un ensemble de caractères tirés du développement de l'archégone et du mode de rupture de la coiffe qui servent à établir la diagnose générale de cette classe.

Les Sphaignes rentrent donc incontestablement dans la classe des Mousses, tout en montrant certaines affinités avec les Hépatiques.

Les raisons qui déterminent M. de Janczewski à réclamer pour les *Anthoceros* une place distincte sont de tout autre importance. Dans l'opinion de ce botaniste, cette famille s'écarte autant des Hépatiques, avec lesquelles on l'a jusqu'ici rangée, que celles-ci des Mousses, et doit en conséquence former une troisième classe égale aux deux autres.

Malgré la valeur des motifs qui semblent autoriser cette distribution systématique, nous ne saurions y voir l'expression exacte des relations naturelles de ces plantes. D'un côté, les *Anthoceros*, considérés surtout au point de vue de la structure de leur archégone, diffèrent, non pas autant, mais assurément plus de l'ensemble des Muscinées que les Mousses ne diffèrent des Hépatiques. D'autre part il est incontestable qu'une affinité plus étroite, indiquée par des formes de transition, les rattache à ces dernières. Pour ces deux raisons, une division en trois classes d'*égale* valeur nous semble peu con-

forme aux vrais principes de la classification naturelle.

Il en est un peu de ce groupe paradoxal comme de celui des Gymnospermes dans ses relations avec les classes de Phanérogames. Malgré les traits d'organisation qui les rapprochent des Dicotylédones, on est obligé de les en séparer, pour attribuer aux caractères différentiels l'importance convenable. Or, de même que l'on s'accorde à y voir une division supérieure opposée à celle des Angiospermes, de même doit-on considérer les Anthocères comme un groupe spécial de Muscinées très dégradées, dont on peut résumer les principales différences dans le tableau suivant :

ANTHOCÈRES. *Muscinées imparfaites.*	*Vraies Muscinées.*
1° Sac archégonial non différencié du tissu du thalle.	Sac archégonial toujours différencié et distinct.
2° Archégone dépourvu de cellule operculaire.	Archégone clos dès l'origine par une cellule operculaire.
3° Cellules du thalle renfermant chacune un seul chromatophore de forme irrégulière.	Thalle ou tige feuillée à chlorophylle figurée sous forme de grains.
4° Évolution du sporange suivant une marche basipète; maturation des spores successives.	Phénomènes de la différenciation et de la maturation des spores simultanés dans tout le sporange.

Une fois séparées ainsi de leurs congénères imparfaites, les vraies Muscinées se prêtent tout naturellement à la division en deux classes. Toutefois, si l'on essaye de soumettre à la critique les divers caractères qui servent d'ordinaire à établir les deux séries des Mousses et des Hépatiques, on s'aperçoit que la plupart manquent d'exactitude, et perdent de leur valeur en raison des nombreuses exceptions qu'ils admettent. Les seuls vraiment importants et dominateurs se rapportent au développement du fruit. Ainsi les Mousses se distinguent essentiellement par la présence d'une véritable *coiffe*, résultant de la rupture circulaire de l'épigone. Ce n'est que par un étrange abus des termes qu'on a pu attribuer cet organe aux Hépatiques, où l'enveloppe du sporogone demeure entière jusqu'à

la maturité des spores, et ne se rompt jamais définitivement en parties distinctes.

En résumé, les divisions primordiales des Muscinées, établies sur l'étude de l'archégone, doivent se subordonner ainsi :

Muscinées imparfaites, pas de cellule operculaire .... *Anthocères.*
Muscinées parfaites.
Pas de coiffe ; cellule operculaire inactive .... *Hépatiques.*
Une coiffe ; cellule operculaire à croissance terminale .... *Mousses.*

CLASSIFICATION DES HÉPATIQUES.

Les botanistes sont loin de s'accorder sur le nombre et la délimitation des familles naturelles dans cette classe. Outre les trois généralement admises, Ricciées, Marchantiées, Jungermanniées, Bischoff (1) et Dumortier (2) distinguent encore les Targioniées démembrées des Marchantiées.

Lindberg (3) et Leitgeb (4) verraient volontiers dans les Ricciées des formes inférieures appartenant aux ordres précédents.

La confusion est plus grande encore, si l'on considère les relations assignées par les auteurs à ces divers groupes et compliquées surtout par l'interposition malheureuse des *Anthoceros.*

Cependant un ensemble de caractères importants fait tout d'abord ressortir, il semble, avec la plus grande évidence, deux séries qui méritent le titre d'ordres. Le tableau suivant résumera les divergences tirées de divers points de l'organisation et destinées à corroborer cette division primordiale.

1er ordre. — JUNGERMANNIOÏDÉES.	2e ordre. — MARCHANTIOÏDÉES.
1° Col de l'archégone formé de cinq rangées de cellules.	Col de l'archégone formé de six rangées de cellules.
2° Cellule inférieure de l'œuf segmenté restant inactive.	Cellule inférieure de l'œuf segmenté contribuant à former une par importante du sporogone.

(1) *Bemerkungen über die Lebermoose.*
(2) *Hepaticæ Europ. post semi-secul. recensitæ*, 1874.
(3) *Musci Scandinav. sec. nov. meth. natural. dispositi.*
(4) *Untersuch. über die Leberm.* Heft 4 : *Die Riccieen.*

3° Tige feuillée ou thalle sans épiderme distinct, marquant de nombreuses transitions vers le type foliacé.	Tige thalloïde à épiderme toujours distinct, sans tendance à passer au type foliacé.
4° Poils radicaux tous lisses intérieurement.	Poils radicaux hérissés intérieurement (au moins la plupart).

Si l'on voulait placer les *Anthoceros* parmi les Hépatiques, on éprouverait un véritable embarras à les rattacher, soit à l'une, soit à l'autre des deux séries précédentes. En effet, elles se rapprochent bien par leur appareil végétatif des Jungermannes thalloïdes, mais elles s'en éloignent par le développement de la cellule inférieure de l'œuf destinée à fournir le pied entier du sporogone. Cette raison s'ajoute aux précédentes pour motiver leur place hors du groupe des Hépatiques proprement dites.

L'ordre des Marchantioïdées renferme à la fois les Marchantiées et les Ricciées des auteurs. Remarquons cependant que certains types rattachés communément à cette dernière famille doivent rentrer plutôt dans les Jungermannioïdées. Ainsi les *Sphærocarpus*, qui ont un thalle sans épiderme, des poils radicaux lisses, et cinq rangées de cellules au col de l'archégone.

Cet ordre se laisse distribuer très naturellement en trois familles :

MARCHANTIOIDÉES.

Schizocarpes, munies d'élatères. Archégones insérés................	sur une portion différenciée du thalle..	*Marchantiées.*
	à l'extrémité du thalle qu'elles déterminent.......	*Targioniées.*
Cléistocarpes, sans élatères. Inflorescence dorsale indéfinie...		*Ricciées.*

La série des Jungermannes présente des difficultés spéciales de classification en raison des types nombreux et très ressemblants qu'elle renferme. Elle a donné lieu aux modes de distribution les plus contradictoires, parmi lesquels on remarque surtout ceux de Dumortier et de Nees d'Esenbeck.

Dans l'idée de Dumortier, les caractères dominateurs doivent être fournis par l'organisation du fruit; malheureusement

ceux qu'il a proposés sont loin d'être choisis parmi les plus importants. J.-B. Jack a montré (1) le peu de fond qu'il faut faire de la division plus ou moins profonde des valves du sporange, de la persistance des élatères, pour établir les grandes divisions de la famille.

Nees d'Esenbeck s'attache surtout à l'appareil végétatif, qui possède effectivement une importance considérable dans cette famille, la première dans le règne végétal où la différenciation des tiges feuillées se dégage par une suite d'ébauches successives de la série des formes thalloïdes. Ce qui ajoute de la valeur à cette division, c'est qu'elle correspond d'une manière assez frappante à celle tirée de l'insertion terminale ou latérale des archégones.

Leitgeb a même proposé de substituer les termes d'Acrogynes et Anacrogynes à ceux de Foliacées et de Frondescentes. Nous croyons cependant qu'au point de vue pratique, et même à celui de l'exactitude, il y a tout avantage à garder l'ancienne terminologie.

Cette concession faite au système de Nees d'Esenbeck, nous ne saurions voir une division naturelle dans celle qu'il essaye d'établir sur l'insertion des feuilles, du moins avec l'importance qu'il lui attribue. Outre que cette distinction manque parfois de netteté, il suffit, pour toucher du doigt son défaut, de remarquer qu'elle scinde arbitrairement un des groupes les mieux définis, les Saccogynées de Dumortier, dont le genre *Calypogeia* se trouve éloigné des autres uniquement pour ses feuilles incombantes. Ce caractère, tout avantageux qu'il puisse être dans la pratique, doit donc céder la place à un autre plus important, que nous croyons pouvoir tirer de l'accrescence du réceptacle. En effet ce développement se fait suivant plusieurs modes très distincts, tantôt *autour*, tantôt *au-dessous* du sac de l'archégone, et a l'avantage de laisser des marques significatives, même après qu'il est entièrement terminé.

En combinant ces caractères développés plus haut avec ceux tirés de la différenciation de l'appareil végétatif, on ob-

(1) *Bot. Zeit.*, 1877, p. 49.

tient huit divisions secondaires qui ont l'avantage de ne briser aucune affinité véritable :

JUNGERMANNIACÉES.

	FOLIACÉES.	FRONDESCENTES.
Réceptacle légèrement accrescent au-dessous du fruit entier, sous forme de pseudopode; pied du sporogone non perforant; un périanthe	*Jubulées.*	*Sphærocarpées* (1).
Réceptacle non accrescent. Pied du sporogone perforant; un périanthe libre..............	*Platyphyllées.* *Trichomanoïdées.* *Ptilidiées.* *Jungermanniées.*	*Codoniées.* *Dilénées.*
périanthe soudé à l'involucre.	*Gymnomitriées.*	
Réceptacle accrescent *au-dessous* des parois de l'archégone et concourant avec lui à la formation de l'épigone. Périanthe nul.....	*Tricholées.* *Cœlocaulées.*	*Haplolénées.* *Aneurées.* *Metzgeriées.*
Réceptacle accrescent à la fois *au-dessous* des parois de l'archégone et *autour* de lui, donnant naissance à un *perigynium*.....	*Géocalycées.*	*Blasiées.*

On remarquera que les tribus qui figurent dans ce tableau ne diffèrent de celles du *Synopsis Hepaticarum* qu'en trois points :

1° Les Géocalycées, prises ici avec l'extension que Dumortier donne à ses Saccogynées, comprennent le genre *Calypogeia* réuni à tort aux Trichomanoïdées pour le caractère très superficiel de ses feuilles incombantes.

2° Les Ptilidiées du *Synopsis* sont scindées ici en deux groupes, les Ptilidiées proprement dites, pourvues d'un périanthe, et les Tricholées, comprenant les genres *Tricholea* Dum. et *Polyotus* Nees, qui se distinguent des premières par l'absence de cet organe et par le mode tout différent d'accrescence du réceptacle.

3° Les Blasiées, formées par le seul genre *Blasia*, doivent

(1) Les Sphærocarpées diffèrent évidemment de toutes les autres par l'absence d'élatères et d'indéhiscence du sporange. Toutefois, sous ce dernier rapport, la transition est marquée par les Codoniées, où la déhiscence est incomplète.

sortir de la tribu des Haplolénées, dont elles diffèrent manifestement.

Une fois établies ces divisions secondaires, si l'on considère que la plupart d'entre elles, dans la série des Jungermannes foliacées, comprennent à la fois des genres à feuilles succubes et d'autres à feuilles incombantes, on peut commodément diviser les tribus d'après ce caractère de troisième ordre. On utiliserait au même titre ceux fournis par l'insertion, le nombre des spires et la direction des élatères, par la forme du périanthe et de l'épigone; de sorte qu'en définitive la distribution en séries naturelles se poursuivrait sans difficulté jusqu'aux degrés inférieurs.

CLASSIFICATION DES MOUSSES.

On s'accorde à reconnaître aujourd'hui, à l'exemple de Schimper, les deux séries des Mousses *vraies* et des Mousses *anomales*. Cette division répond en effet à de nombreuses différences dans l'organisation et le mode de développement. Voici celles qui ressortent de l'étude du fruit :

MOUSSES ANOMALES.	VRAIES MOUSSES.
Coiffe se rompant irrégulièrement.	Coiffe à rupture régulière.
Columelle nulle ou incomplète, se terminant au-dessous du sporange.	Columelle continue de la base au sommet de l'urne, traversant le sporange.
Lacune nulle ou en forme de voûte.	Lacune en forme de manchon.

Les Mousses anomales comprennent trois familles très distinctes que l'on peut caractériser ainsi :

Réceptacle accrescent en pseudopode. Sporange en forme de dôme, non entouré d'une lacune; columelle incomplète.	Déhiscence du sporogone operculaire; rupture de l'épigone tardive. Columelle entièrement résorbée à la maturité.	*Sphagnacées.*
	Déhiscence du sporogone valvaire; rupture de l'épigone hâtive. Columelle seulement rétractile.	*Andreæacées.*

Réceptacle non accrescent. Sporange réduit à quelques cellules fertiles isolées, entourées d'une lacune. Columelle nulle. Épigone rudimentaire, à rupture prématurée............ *Archidiacées.*

Pour les vraies Mousses, la distribution méthodique présente des difficultés que l'insuffisance des documents relatifs à l'organisation de beaucoup de types exotiques ne permet pas dès maintenant de résoudre. Nous nous bornerons à indiquer ici quelques divisions s'appliquant aux familles indigènes, sans rien préjuger de leur valeur absolue. Nous inclinons à penser toutefois qu'un jour on pourra trouver dans cette voie les caractères dominateurs.

D'abord la tendance des bryologues à abandonner de plus en plus la division primordiale des Cléistocarpes nous paraît reposer sur des motifs plus spécieux que réels. Il n'est pas douteux que ce groupe ne forme le passage naturel entre les Mousses imparfaites et les vraies Mousses; à ce titre, il mérite d'être conservé. La forme de leur sporange n'est pas la même que chez les Stégocarpes, celle de la lacune qui l'entoure est différente aussi; ces deux caractères ajoutent leur importance à celui si net, quoi qu'on ait pu dire, de l'absence d'un opercule. Sans doute, et c'est ce qui a pu lui enlever de la valeur dans l'appréciation de plusieurs botanistes, plusieurs genres de Stégocarpes ont une capsule qui reste de fait indéhiscente, soit que la différenciation de l'opercule demeure incomplète (*Astomum*), soit que l'adhérence de la columelle empêche ou retarde la chute de l'opercule d'ailleurs bien conformé (*Systegium*, *Hymenostomum*). Il n'en est pas moins vrai que l'organisation intérieure de l'urne reste très distincte de celle qu'on remarque chez les vraies Phascacées.

D'autres spécialistes ont cru trouver un autre argument contre la conservation du groupe des Cléistocarpes dans ce fait que l'appareil végétatif de certains genres les rapproche de familles distinctes du groupe des Stégocarpes. Ainsi les Éphémérées seraient des Funariées, les *Phascum* des Pottiacées, les *Pleuridium* des Trichostomées, les *Voitia* des Splachnacées, etc. A ceci nous répondrons que l'on doit se laisser

guider pour établir les divisions d'ordre supérieur sur l'importance des caractères. Or, celui de l'organisation du fruit, sur lequel repose la distinction des Cléistocarpes, l'emporte incontestablement sur ceux des feuilles, qui ont seuls permis de faire les rapprochements indiqués plus haut. L'importance exagérée attribuée aux plus minutieux détails histologiques a porté quelques botanistes aux groupements les plus étranges : comme exemple citons seulement les *Sphagnum*, que C. Müller rapproche des *Leucobryum* uniquement d'après le tissu des feuilles. On ne saurait trop réagir contre une méthode fausse en elle-même et conduisant à de telles applications. On doit tenir compte, sans doute, des différences de tissus, même des plus légères, quand elles sont constantes, sans pour cela les faire sortir du rang secondaire qui leur convient.

Concluons donc qu'il faut conserver la division des Mousses Cléistocarpes, tout en laissant le champ libre aux sous-divisions secondaires qu'on peut avantageusement y établir.

Les Mousses Stégocarpes, caractérisées par la déhiscence operculaire de la capsule, forment pour nous cinq groupes que distinguent à la fois les modes de croissance et de rupture de l'épigone, ainsi que la structure de la vaginule.

A. Épigone produit par un méristème à deux directions d'accroissement, se rompant vers son milieu ou au-dessus.		1. *Téleutocarpes.*
B. Épigone à croissance exclusivement basipète, se rompant vers sa base.		
a. Pédoncule de l'archégone jamais accrescent ou confondant sa croissance avec celle du sac archégonial. Vaginule................	formée par la plante entière.	2. *Bolbocarpes.*
	formée par un rameau feuillé.	3. *Cladocarpes.*
b. Pédoncule de l'archégone possédant une accrescence propre ou confondue avec celle du réceptacle, mais distincte de celle du sac archégonial.	Inflorescence latérale. Réceptacle toujours accrescent....	4. *Pleurocarpes.*
	Inflorescence terminale. Réceptacle très rarement accrescent.........	5. *Acrocarpes.*

1. Nous donnons le nom de *Téleutocarpes* aux plantes du premier groupe pour indiquer un des traits les plus saillants de leur mode de végétation. Les rameaux destinés à devenir fructifères ont une croissance prolongée ; d'abord latents sous les écailles d'un rhizome ou d'une tige principale, ils s'allongent ensuite pendant plusieurs années, donnent naissance parfois à des anthéridies, accidentellement à des archégones latéraux, puis finissent normalement par produire un fruit terminal qui marque la fin de leur végétation. Ici les cas d'innovation latérale sont excessivement rares; c'est de la base que partent les nouvelles tiges de remplacement, sans relation de position avec celles qui périssent après avoir fructifié. Une foule d'autres détails de structure séparent encore ce groupe, qui, dans nos régions, ne comprend que les Polytrichacées : tels sont les deux lacunes de leur capsule, l'une intérieure et l'autre extérieure au sporange, leur opercule extrêmement épaissi au sommet et strié longitudinalement à la base, leur péristome massif, leur columelle articulée et formant tympan au sommet, etc.

2. Les *Bolbocarpes* se réduisent à la famille des Buxbaumiacées. Leur nom indique que l'axe feuillé, tout entier accrescent après la fécondation, se change en vaginule imitant une sorte de bulbe à la base du sporogone. Leur tige ne se ramifie jamais.

3. Les *Cladocarpes* comprennent à la fois des familles où l'inflorescence est terminale (Hedwigiées), et d'autres où elle est latérale (Cryphées, Fontinales) : il en résulte une division toute naturelle.

4. Aux caractères des *Pleurocarpes*, il faut ajouter que leur tige essentiellement vivace ne produit jamais d'innovation au-dessous du fruit, tandis que les tiges des Acrocarpes ne peuvent devenir polycarpiques que par ce mode d'innovation. La symétrie que conserve la coiffe après sa rupture est assez constante pour servir à la répartition des familles. On aurait ainsi les Orthomitriées, telles que les Hookériacées, et les Plagiomitriées, comprenant les nombreux types des Neckéracées et des Hypnacées.

5. Enfin l'immense série des *Acrocarpes*, malgré les difficultés qu'elle oppose à l'établissement d'une classification méthodique, semble se prêter aux divisions suivantes :

Pas de lacunes ni de résorptions internes dans l'épigone.	
Épigone cylindrique, épaissi	*Cylindromitriées.*
Épigone campaniforme, mince	*Leptomitriées.*
Lacune formée sans résorption. Épigone très ample	*Physcomitriées.*
Épigone présentant des résorptions dans ses couches internes.	
Épigone lisse ou seulement papilleux.	
Épigone cylindrique ou fusiforme	*Rhynchomitriées.*
Épigone conique	*Conomitriées.*
Épigone strié longitudinalement	*Rhabdomitriées.*

Les Cylindromitriées correspondent à la famille des Bryacées. Outre la forme cylindracée qu'elle possède avant sa rupture, leur coiffe est remarquable par son mode de déchirure longitudinale et sa caducité.

Les Leptomitriées, comprenant les Splachnacées, Schistostégacées, comptent parmi leurs caractères distinctifs la forme raccourcie et très ordinairement resserrée de la vaginule.

Les Physcomitriées, par l'aspect vésiculaire de leur coiffe, sont faciles à reconnaître entre toutes ; ainsi les Funariées et les Encalyptées.

La distinction cesse d'être aussi nette entre les Rhynchomitriées et les Conomitriées, car elle repose sur une particularité du développement. Toutefois la coiffe qui reste très fréquemment symétrique dans celles-ci, et devient constamment oblique dans les premières, suffit ordinairement à les séparer.

Enfin les Rhabdomitriées ont un épigone que son épaississement inégal et souvent énorme rend éminemment caractéristique. Telles sont les Tétraphidées, les Orthotricées, et quelques genres voisins reliant cette dernière famille aux Grimmiacées (*Coscinodon*, *Ptychomitrium*, *Glyphomitrium*.)

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

En terminant cette étude, nous ferons ressortir les principaux résultats suivants :

L'appareil femelle des Muscinées n'est pas l'homologue de celui des Cryptogames vasculaires. Il mérite seul le nom d'*archégone* au sens strict et étymologique du mot.

Cet organe est de nature axile, et les paraphyses qui l'entourent sont de nature foliaire.

Le sporogone qui résulte de l'oosphère fécondée ne forme pas génération alternante avec la plante sexuée : aussi ne remarque-t-on pas entre eux de balancement organique. La perfection de l'un et de l'autre s'accentue progressivement suivant une direction parallèle.

L'enveloppe du sporogone a des origines diverses : elle résulte souvent du sac archégonial accru après la fécondation; parfois, au contraire, elle provient en totalité ou pour la plus grande partie des organes voisins accrescents. Il faut un terme spécial pour la désigner, nous adoptons celui d'*épigone*.

Les Mousses seules, à l'exclusion des Hépatiques, possèdent une coiffe véritable.

La vaginule a chez les Mousses les provenances les plus variées : tantôt constituée par la base persistante du sac épigonial, tantôt creusée par le sporogone dans les tissus de la plante mère, tantôt enfin formée par l'accrescence de ces derniers.

Les observations consignées dans ce mémoire ont été faites au laboratoire des Facultés catholiques d'Angers sur les plantes de l'ouest de la France, étendues aux espèces de la région méditerranéenne au laboratoire de recherches du Jardin des plantes de Montpellier, enfin complétées au laboratoire d'organographie et de physiologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Je prie les directeurs de ces deux derniers établissements, MM. Ch. Flahault et Van Tieghem, de recevoir ici l'expression de ma vive reconnaissance pour leur bienveillant accueil et leur courtoise hospitalité.

Je dois remercier aussi tout spécialement M. Sirodot, doyen de la Faculté des sciences de Rennes, de la direction qu'il a bien voulu accorder à mes premières recherches d'organogénie

---

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 9.

Archégones des Muscinées.

Fig. 1. Archégone terminal du *Sphagnum cuspidatum* en voie de formation ($\frac{380}{1}$).
Fig. 2. Cellule terminale du rameau fertile du *Lejeunia inconspicua* se cloisonnant pour former l'archégone ($\frac{450}{1}$).
Fig. 3. Archégone asymétrique du *Sphærocarpus Michelii* accompagné d'une paraphyse ($\frac{250}{1}$). — *b*, section transversale.
Fig. 4. Archégone claviforme du *Conomitrium Julianum*.
Fig. 5. Section transversale à travers le sommet du col.
Fig. 6. Archégone à long col de l'*Atrichum undulatum*.
Fig. 7. Section de la région ventrale.
Fig. 8. Section de la région du col.
Fig. 9. Archégone adulte du *Sphagnum cuspidatum*. — *a*, pédoncule ; *b*, ventre ; *c*, col.
Fig. 10. Section transversale du col.
Fig. 11. Section à travers la région ventrale.
Fig. 12. Archégone sessile du *Pellia calycina*.
Fig. 13. Section du col (du même).
Fig. 14. Section du ventre de l'archégone (du même).
Fig. 15. Archégone du *Madotheca platyphylla*.
Fig. 16. Section du col.
Fig. 17. Section de la région ventrale.

PLANCHE 10

Archégones et stomates des Anthoceros. — *Différenciation externe du sporogone.*

Fig. 18. Sommet végétatif de l'*Anthoceros punctatus*, montrant les stomates sur deux rangs.
Fig. 19. Un stomate vu de face.

Fig. 20. Section longitudinale.
Fig. 21. Archégone non différencié et encore fermé.
Fig. 22. Archégone adulte et ouvert.
Fig. 23. Section transversale du col.
Fig. 24. *Conomitrium Julianum*. — Jeune sporogone.
Fig. 25. *Leptobryum piriforme*. — Jeune sporogone.
Fig. 26. *Ephemerum stenophyllum*. — Sporogone très jeune.
Fig. 27. Le même, différencié.
Fig. 28. Section longitudinale du même.
Fig. 29. *Aneura pinguis*. — Sporogone au moment de la formation du sporange : *a*, pied; *b*, soie; *c*, urne.
Fig. 30. *Frullania dilatata*. — Jeune sporogone au moment où se forme le pied par bourgeonnement des cellules basilaires.
Fig. 31. *Lepidozia reptans*. — Pied du sporogone séparé de la soie par un étranglement.
Fig. 32. *Hedwigia ciliata*. — Jeune sporogone à long pied perforant, inclus dans l'axe du rameau feuillé.
Fig. 32 *bis*. *Archidium phascoides*. — Très jeune fruit, immédiatement avant la rupture de l'épigone.

PLANCHE 11.

Formation des spores. — Élateres. — Péristome.

Fig. 33. Cellules mères des spores du *Marchantia polymorpha* en séries linéaires et par groupes de 4, 8 et 16 (*a*, *b*, *c*); (*d*), les mêmes pendant la formation des spores; *e*, spores en tétrades occupant la place des cellules mères résorbées.
Fig. 34-35. Formation des spores dans le *Madotheca platyphylla*.
Fig. 36. Jeune spore du *Pellia epiphylla* avec son hile (*h*).
Fig. 37. La même, adulte et cloisonnée.
Fig. 38. Élatère du *Lejeunia* terminée par un empatement.
Fig. 39. Élatère cloisonnée et annelée de l'*Aneura pinguis*.
Fig. 40. Sporogone de l'*Aneura pinguis*, encore enveloppé de l'épigone.
Fig. 41. Sporogone du *Pellia epiphylla*.
Fig. 42. Section transversale à travers l'opercule et le péristome du *Tetraphis pellucida*.
Fig. 43. Section au sommet de l'opercule de l'*Oncophorus glaucus*.
Fig. 44. Même section prise à la base.
Fig. 45. Section de l'opercule et du péristome de l'*Atrichum undulatum*.
Fig. 46. Section de l'opercule et du péristome de l'*Orthotrichum cupulatum*.
Fig. 47. Section de l'opercule et du péristome du *Fontinalis antipyretica*.
Fig. 48. Section longitudinale à la base de l'opercule du *Cinclidotus riparius*.

PLANCHE 12.

Développement de l'épigone des Hépatiques.

Fig. 49. *Riccia cristallina.* — Archégone fécondé.
Fig. 50. Jeune fruit.
Fig. 51. *Sphærocarpus Michelii.* — Archégone fécondé.
Fig. 52. Jeune fruit.
Fig. 53. *Frullania dilatata.* — Sommet du rameau fertile.
Fig. 54. Section longitudinale à travers le fruit jeune.
Fig. 55. La même dans un fruit presque mûr.
Fig. 56. *Radula complanata.* — Inflorescence fructifère.
Fig. 57. Section transversale du fruit immédiatement avant la rupture de l'épigone.

PLANCHE 13.

Développement de l'épigone.

Fig. 58. *Pellia epiphylla.* — Très jeune fruit. L'épigone dans sa croissance emporte sur ses flancs les paraphyses du réceptacle.
Fig. 59. *Sphagnum cuspidatum.* — Jeune fruit.
Fig. 60-61. États successifs du même.
Fig. 62. *Physcomitrella patens.* — Jeune fruit.
Fig. 63. Le même immédiatement avant la rupture de l'épigone.
Fig. 64. *Lejeunia inconspicua.* — Section longitudinale à travers le fruit mûr, montrant les élatères verticales et fixées aux deux extrémités, le réceptacle accru en pseudopode (*p*).
Fig. 65. *Calypogeia trichomanis.* — Section longitudinale à travers le fruit très jeune encore, montrant la formation simultanée de l'épigone et du sac extérieur en direction basipète.

PLANCHE 14.

Coiffe et vaginule.

Fig. 66. *Orthotrichum anomalum.* — Section transversale du sommet de l'épigone.
Fig. 67. *Tetraphis pellucida.* — Section transversale de l'épigone.
Fig. 68. *Leucodon sciuroides.* — Section transversale de l'épigone
Fig. 69 Section longitudinale du même.
Fig. 70. *Conomitrium Julianum.* — Section longitudinale à la base de l'épigone, montrant les cellules orientées obliquement et à parois minces au lieu où se produira la rupture.
Fig. 71. *Pterygophyllum lucens.* — Section transversale de l'épigone. Cellules toutes à parois minces.

Fig. 72. *Pleuridium alternifolium.* Épiderme à la hauteur du cercle de déhiscence. La bande préparant la rupture est formée de cellules plus petites.

Fig. 73. *Atrichum undulatum.* Bande de rupture formée de cellules sans chlorophylle et jamais pilifères.

Fig. 74. *Polytrichum juniperinum.* Rupture de l'épigone au-dessus de son milieu, la portion inférieure formant vaginule.

Fig. 75. *Diphyscium foliosum.* Tige entière renflée en bulbe et servant de vaginule.

Fig. 76, 77, 78. *Leptodon Smithii.* Développement des paraphyses.

MISSION CAPUS

—

PLANTES DU TURKESTAN

Par **M. A. FRANCHET**,

Attaché à l'Herbier du Muséum.

(*Suite.*)

CAMPANULACEÆ.

CODONOPSIS.

C. ovata Benth. in Royle Ill. 253, tab. 69, fig. 3.

Entre Varsaminor et Pitti, dans la haute vallée du Zerafchane, alt. appr. 1700 mètres, 19 juin, n. 857. Gorge d'Outtikach, 17 juin, n. 858.

PHYTEUMA.

Ph. argutum Regel Enum. pl. semen. in Bull. Soc. Mosc. 1867, III, p. 81.

Varsaout, 25 juin, n. 859. Vallée des Jagnaous, 3 juillet, n. 860.

Ph. Sewerzowi Reg. in Reg. et Herd. Enum. pl. semen. in Bull. Soc. Mosc. III, p. 82, tab. 5.

Passe du Kokson, alt. appr. 2300 mètres, 26 août, n. 861. Kizil-Kouisch, dans la vallée de l'Ona Oulgane, 21 août, n. 862.

P. attenuatum sp. nov.

(*Podanthum*). Planta tota pube brevi asperulata. Caulis erectus, 1-2-pedalis, simplex vel ad basin ramulis plurimis aucta. Folia sessilia, lanceolata, utrinque attenuata, infima et suprema minora, media usque bipollicaria, 5-8 mill. vix lata,

subintegra vel minute denticulata, acuminata. Racemus simplex, nunc usque pedalis, basi interruptus, superne densus. Bracteæ minutæ, pedicelli calice glabro duplo breviores; dentes calicini lineares, corollâ triplo breviores. Corolla glabra, pallide cærulæa, lobis linearibus acutis. Capsula ignota.

Inter *Ph. argutum* et *Ph. Sewerzowi*, quasi medium ; a primo, cujus inflorescentiam præbet, foliis angustioribus, anguste lanceolatis, parce vel non denticulatis, basi attenuatis nec rotundatis, subsemiamplexicaulibus facile differt ; a *Ph. Sewerzowi* caule robustiore, foliorum indole, inflorescentiâ longe spicato-racemosâ haud confutandum.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres, juin, n. 863.

Ph. multicaule sp. nov. (tab. 15, fig. A).

(*Podanthum*). E caudice crassissimo multicaule. Planta tota e pilis brevissimis asperata; caules graciles, simplices, erecti, rigidi, vix palmares, dense foliati. Folia parva (15-20 mill. longa), saltem post dessiccationem coriacea, sessilia, e basi rotundatâ late ovato, apice acuta, paucidentata, dentibus argutis, utrinque subcinerea et valde asperata. Inflorescentia laxe racemo-spicata, ramulis floralibus unifloris, 2-4-bracteolatis. Flores erecti, pilis brevissimis conspersi; calicis lobi lineari-lanceolati, valide uninervati, corollâ cæruleâ ad basin 5-partitâ paulo breviores. Capsula patens vel subcernua, paulo supra basin valvulis tribus dehiscens.

Vegetatio et aspectus *Ph. Sewerzowi*, sed foliis brevioribus et latioribus, basi rotundatis, profunde et argute dentatis, corollâ asperato-puberulâ, ad basin in lobis 5 fere linearibus partitâ, valde diversum.

Artchamaidane (Kohistan), alt. appr. 2600 m., 8 juillet, n. 865.

CAMPANULA.

C. Lehmanniana Bunge Rel. Lehm., p. 387, n. 840. Var. *Capusii* (tab. 15, fig. B).

Caudices sæpius ramosi, elongati, basi petiolorum dense obtecti, quasi nodulosi. Folia rosularum glabrescentia vel subtus brevissime asperulata, lineari-lanceolata, obtusa vel acuta, integra vel minute et remote denticulata, in petiolum plus minus longum attenuata; folia rami florentis multo minora, superiora subulata. Calix tenuissime puberulus, pube scaberulâ, receptaculo globoso lobis calicinis saltem duplo breviore; lobi calicini subulati corollæ dimidium vix superantes. Corolla 15-18 mill. longa, extus tenuiter puberula, lobis ovatis, mucronulatis. Capsula (saltem delapsis seminibus) cernua, basi poris tribus dehiscens.

Schivata; 1[er] juillet, n. 865.

Petite plante cespiteuse, à rameaux florifères naissant à côté des rosettes qui terminent les divisions de la souche, grêles, ne dépassant pas 6 à 10 cent., presque toujours uniflores, rarement pluriflores. Les feuilles de la variété proposée ici sont beaucoup plus étroites que dans le type de Bunge décrit sur un seul individu présentant seulement des capsules trop avancées. Les divisions du calice sont plus allongées et la pubescence un peu différente, ce qui permettra peut-être de distinguer spécifiquement la var. *Capusii*, lorsque le type sera mieux connu.

C. incanescens Boiss. Diagn., ser. I, 7, p. 16.

Iskander-darja; 6 juillet, n. 866. Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 867.

C. glomerata L. Sp. 235; Bunge, Rel. Lehm., p. 288, n. 842.

Ansab, vallée des Jagnaous; 4 juillet, n. 868. Outtikasch, en face de Varsaminor; 17 juin, n. 869. Tchoukalik, près d'Ouroumitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 870. Jori; 14 juin, n. 871.

[illegible]CACEÆ.

PIROLA.

P. rotundifolia L. Sp. 767; Bunge, Rel. Lehm., p. 389, n. 854.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal, alt. appr. 2200 mètres; 3 sept., n. 872.

PRIMULACEÆ.

PRIMULA.

Pr. sibirica Jacq. Miscell., I, p. 161.

Vallée des Jagnaous, dans les prés humides; 27 juin, n. 873.

Pr. nivalis Pall. It., III, p. 320, 444, et Append., p. 723, ab. G, fig. 2.

Ibrahimata, à l'extrémité du Samarkand-taou, alt. appr. 700 mètres; 14 mars, n. 874.

CORTUSA.

C. Matthioli L. Sp. 206; Bunge, Rel. Lehm., p. 390, n. 862.

Entre Sengi Mailek et Novobot; 29 juin, n. 875. Vallée des Jagnaous; 3 juin, n. 876. Route de Djidjik, dans les prés humides; 22 juin 1881, n. 877. Gorge d'Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 878.

ANDROSACE.

A. villosa L. Sp. 203; Bunge, Rel. Lehm., p. 390, n. 858.

Passe de Badraon (Kohistan), alt. appr. 3330 mètres; 7 juillet, n. 879. Passe de Koui Kabra (Kohistan), alt. appr. 3430 m.; 6 juillet, n. 880.

GLAUX.

Gl. maritima L. Sp. 301; Bunge, Rel. Lehm., p. 390, n. 863.

Vallée des Jagnaous, dans les prairies humides, alt. 2600 mètres; 27 juin, n. 881.

ANAGALLIS.

A. arvensis L. Sp. 211, β. *carnea*. — *A. phœnicea* Lamk.

Djizak (Ferghanah); mai, n. 882. Jori, dans les cultures; juin, n. 883.

OLEACEÆ.

FRAXINUS.

Fr. oxyphylla M. Bieb. Fl. taur.-caucas., II, 450.

Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 884. Ferghanah, 3 sept., n. 885.

Les spécimens de Vorou ressemblent tout à fait à ceux de la Perse sept. (Aucher, n. 4951 in herb. Mus. Par.) et à la plante de Sicile distribuée par Todaro. Les feuilles sont d'un vert pâle, coriaces, oblongues-lancéolées, entières dans leur moitié inférieure, irrégulièrement dentées dans leur partie supérieure. Les fruits, oblongs-cunéiformes, atteignent jusqu'à 4 à 5 cent. de longueur sur 6 mill. de largeur.

Les échantillons du Ferghanah rappellent tout à fait le *Fr. lentiscifolia* Desf. (*Fr. oxyphylla* var. *parvifolia* Boiss. Pl. or. IV, 40) par leurs folioles obovales, brièvement atténuées à la base, bordées de dents nombreuses assez fines. Je n'ai pas vu les fleurs ni les fruits de cette forme. M. de Herder a décrit (Pl. Semenow, n. 698), sous le nom de *Fr. potamophila*, une espèce qui paraît bien voisine du *Fraxinus* du Ferghanah.

? **Fr. sogdiana** Bunge, Pl. Lehm., p. 390, n. 865.

Kara-darja; 10 sept., n. 886.

Je rapporte avec doute au *Fr. sogdiana* deux spécimens récoltés en feuilles seulement et qui ressemblent beaucoup à la forme à folioles allongées du *Fr. oxyphylla*. Ils en diffèrent surtout par leurs feuilles très rapprochées sur les rameaux et comme verticillées par 3, caractère déjà signalé par Bunge et qui ne se retrouve dans aucune des formes du *Fr. oxyphylla* que j'ai pu voir. Le *Fr. sogdiana* est d'ailleurs très imparfaitement connu; ses feuilles et ses fruits ressemblent beaucoup à ceux du *Fr. oxyphylla*, dont il pourrait bien n'être qu'une variété à feuilles plus rapprochées. Les dents inégales des folioles s'observent dans les deux plantes.

GENTIANEÆ.

GENTIANA.

G. Olivieri Griseb. Gent. p. 278, var. *laxa* Regel, Pl. turkest. fasc. VII, p. 47.

Varsaout; 25 juin, n. 887. Gorge de Tchoukalik, en face d'Ouroumitane; juin, n. 888. Tengi-Charam (Boukharie), sur la montagne de Baissoun. Novobot; 27 juin, n. 889.

Espèce très répandue dans tout le Kohistan, où elle est connue sous le nom de *Irba-Hassé*. Toute la plante est très amère; pilée et chauffée, elle est très usitée dans les maladies de poitrine.

G. Olgæ Reg. et Schmalh, Pl. Fedtsch., III, p. 55, n. 126.

Ferghanah; 3 sept., n. 890.

Diffère de la var. *glomerata* Reg., du *G. Olivieri*, dont il a le port par son calice dimidié, à lobes courts et inégaux, par les divisions de la corolle lancéolées-aiguës.

G. umbellata L. Bieb. Flor. taur.-cauc., III, p. 188, γ. *glomerata*, Regel, Pl. turkest. fasc. VII, p. 50.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1800 mètres ; 21 août, n. 895. Vorou ; n. 891.

PLEUROGYNE.

Pl. carinthiaca Griseb. Gent., p. 310; Bunge, loc. cit. n. 878.

Vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1700 mètres ; 22 août, n. 892.

SWERTIA.

Sw. lactea Bunge, Pl. Lehm., p. 393, n. 880.

Vorou, dans les prairies humides (Kohistan); 11 juillet,

n. 893. Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 4000 mètres; 7 juillet, n. 894.

APOCYNEÆ.

APOCYNUM.

Ap. venetum L. Sp. 311; Bunge, Pl. Lehm., p. 392, n. 867.

Djizak; mai, n. 896. Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres, n. 896 *bis*.

BORRAGINEÆ.

HELIOTROPIUM.

H. lasiocarpum Fisch. et Mey. Ind. petrop., IV, p. 38; Bunge, Pl. Lehm., p. 403, n. 900.

Steppe de Yani-Kourgane; mai, n. 897. Kly; mai, n. 898. Tachkent, dans la steppe, alt. 500 mètres; juillet, n. 899.

H. dasycarpum Ledeb. Fl. ross., III, p. 101; Bunge, Pl. Lehm., p. 400, n. 898.

Djizak, alt. appr. 330 mètres; mai, n. 900.

ECHIUM.

E. italicum L. Sp. 139. *E. — altissimum* Jacq.; Bunge Pl. Lehm., p. 404, n. 903.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres; 13 juin, n. 901.

NONNEA.

N. picta Fisch. et Mey. Ind. petrop., 1835, p. 43; Bunge, Pl. Lehm., p. 404, n. 905.

Entre Kilif et Kara Kamar (Boukharie), alt. app. 300 mètr.; 28 mars, n. 902. Puits de Karchi, près de Kudkudukdan, la plaine saline; 22 mars, n. 903.

N. melanocarpa Boiss. Diagn., ser. I, 11, p. 96.

Djizak; mai, n. 904. Schirabad (Boukharie), alt. appr. 500 mètres, dans les terrains pierreux; 7 avril, n. 905.

ANCHUSA.

A. orientalis Reichb. fil. Icon. Fl. Germ., tab. 109. — *Lycopsis orientalis* L.

Daschtikazi, haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 1150 m.; 13 juin, n. 906. Tokfan, vallée des Jagnaous, dans les moissons; 21 juin, n. 907. Yani-Kourgane, dans la steppe, alt. appr. 600 m.; 1er juin, n. 908.

LITHOSPERMUM.

L. arvense L. Sp. 190.

Djizak, dans les moissons; n. 910.

L. tenuiflorum L. fil. Suppl., 130.

Ispantuda (Boukharie); 22 mai, n. 911.

ONOSMA.

O. atrocyaneum sp. nov.

(*Haplotricha*). — Bienne; totum setis rigidis, elongatis, tuberculo glabro insidentibus, patentibus, pube setulosâ brevi densâ intermixtâ, asperatum. Caulis simplex, vix pedalis. Folia infima oblongo-linearia, inferne attenuata, caulina media lanceolata, obtusa, basi rotundata, sessilia. Racemi densi, multiflori. Flores breviter pedunculati. Calix, præter setas, pilis mollibus dense obtectus, ad basin usque quinque partitus, lobis linearibus dimidium corollæ superantibus, acutis. Corolla apice barbulata, cæterum extus glaberrima, atrocyanea, longe et anguste tubulosa, lobis brevissimis; squamæ nectarii minimæ, longe barbatæ; stamina inclusa, antheris filamento subæquilongis; stylus gracillimus, breviter exertus. Plantam fructiferam non vidi.

Folia 5-8 cent. longa; pedunculi vix 6 mill.; calix sub anthesi fere 2 cent.; corolla vix ultra 3 cent. longa.

Novobot; 1er juillet, n. 912.

Port de l'*O. Hookeri* Clarke, dont la corolle est également d'un bleu intense et les écailles nectarifères longuement ciliées; il s'en dis tingue facilement par sa corolle glabre extérieurement et non pas complètement recouverte d'une fine pubescence grisâtre, comme la corolle de la plante de l'Inde; les soies sont aussi plus étalées et plus rigides, et la corolle presque d'un tiers plus grande.

O. setosum Ledeb. Fl. alt., I, 181, var. *dicroanthum* Boiss. Fl. or., IV, p. 181.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 913. Schar i çabz, alt. appr. 600 m. (Boukharie); 9 mai, n. 914. Djizak; mai, n. 915. Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 m.; juin, n. 916.

ARNEBIA.

Arn. cornuta Fisch. et Mey. Ind. petrop., 1835, var. *grandiflora* Trautvett. Pl. Schrenk, n. 787.

Schar i çabz, alt. appr. 600 m. (Boukharie); 9 mai, n. 917. Djizak; mai, n. 918. Entre Kilif et Kara Kamor (Boukharie), sur les montagnes; 23 mars, n. 919. Tengi-Charam (Boukharie), alt. 900 m.; 21 mars, n. 920.

Arn. linearifolia DC. Prodr., X, p. 95.

Entre Kudkuduk et Ispantuda; 22 mars, n. 921.

ECHINOSPERMUM.

Ech. Lappula Lehm. Asp., p. 121; Bunge, Pl. Lehm., p. 408, n. 924.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 922.

Ech. barbatum Lehm. Asp., p. 128. Bunge Pl. Lehm., p. 408, n. 925.

Kizil-Kouich, dans la vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 m.; 22 août. n. 923. Vallée des Jagnaous; 27 juin, n. 924. Gorge d'Intarr (Kohistan), alt. appr. 2700 m.; n. 925.

Ech. omphaloides Schrenk in Bull. Soc. phys. math. de l'Acad. de Saint-Pétersb., III, p. 214.

Novobot; 1[er] juillet, n. 926.

Ech. Redowskii Lehm. Asp., p. 127.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr., 900 m.; 23 avril,

Ech. sinaicum DC. Prodr., X, p. 141.

Tengi-Charam (Boukharie); 23 avril, n. 928.

Ech. microcarpum Ledeb. Fl. alt., I, p. 202.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ouroumitane, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 929.

ERITRICHIUM.

E. turkestanicum sp. nov.

Radix perpendicularis, elongata, gracilis, ad collum vestigiis petiolorum dense obtecta, apice sæpius multiceps. Caules floriferi breves, erecti, uti tota planta, pilis brevibus sericeis adpressis albidis vestiti. Folia infima anguste lineari-oblonga, subsessilia. Flores omnes axillares, pedicellis calice longioribus, mox arcuato-cernuis. Calicis lobi lineares, corollâ duplo breviores. Corolla cærulæa, lobis rotundatis, fauce squamis crassis reniformibus clausa; gynobasis conica. Nuculæ (sæpius 2 abortivæ) sat magnæ, leves, subtrigonæ, acutæ, quasi clypeiformes, cum facie inferiore paulisper excavatâ, areolâ productâ oblongâ suprabasali et margine crassiusculo cinctâ affixæ.

Rami floriferi 3-6 cent. longi; folia infima cum petiolo circiter 2 cent. longa, vix ultra 2 mill. lata; calix sub anthesi vix ultra 2 mill.; nuculæ maturæ fere 2 mill. longæ.

Vallée des Jagnaous, sur les montagnes; 3 juillet, n. 930.

Très petite plante brièvement soyeuse, cendrée, formant des touffes assez compactes dressées. Les nucules un peu en forme de bouclier aigu et fixées par une aréole oblongue, nettement bordée, très saillante, en font peut-être une section nouvelle dans le genre *Eritrichium*, dont il ne paraît pas d'ailleurs possible de la séparer. Sous le nom de *Myosotis*, MM. Strachey et Winterbottom ont distribué une plante très semblable, mais dont je n'ai pas vu les fruits. (Strachey et Winterb., *Myosotis* (n. 1), Himalayan herbarium. Tibet. altit. 1500 ped.)

MYOSOTIS.

M. alpestris Schm. Bohem., III, 26.

Passe de Badraon (Kohistan), alt. 3300 m.; 7 juillet, n. 931. Tourpag-Bell; 23 août, n. 932. Sangi Mailek (Kohistan, alt. 3000 m.; 28 juin, n. 933. Tchoukalik, gorge d'Ouroumitane; juin, n. 934.

M. hispida Schlecht. Mag. nat. Berl., VIII, 229.

Passe de Tachta-Karatcha, dans la chaîne du Samarkandtaou, alt. appr. 1400 m.; 9 mai, n. 935.

ASPERUGO.

Asp. procumbens L. Sp. 198; Bunge, Pl. Lehm., p. 411, n. 940.

Schirabad (Boukharie); 2 avril, n. 936. Ansab, vallée des Jagnaous, dans les champs; 4 juin, n. 937.

KUSCHAKEWICZIA.

K. turkestanica Reg. et Smirnow. in Regel, Pl. turk., fasc. VI, p. 51.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 939.

PARACARYUM.

P. myosotoides Boiss. Diagn., ser. I, 4, p. 41.

Marguib, vallée des Jagnaous, alt. appr. 2360 m.; 25 juin, n. 938.

P. Capusii sp. nov.

Perenne, tripedale. Caulis angulatus, simplex, tenuiter pubescens. Folia pube brevissimâ asperulata, ex viridi cinerea, radicalia ampla, obovato-lanceolata in petiolum alatum longe attenuata; folia caulina media oblonga, superiora breviter decurrentia. Inflorescentia parce ramosa, ramis erectis; pedicelli calice vix longiores. Calix pilis sericeis appressis vestitus, lobis lanceolatis, obtusis. Corolla parva, calice vix duplo longior, cærulea; stylus brevis, nuculas maturas parum excedens. Nuculæ maturæ ad margines aculeatæ, aculeis glochidiatis, triseriatis, basi confluentibus, ad discum subleves vel tuberculis paucis asperatæ.

Folia infima pedalia et ultra; calix 4 mill. longus; corolla vix ultra 6 mill.; nuculæ fere 8 mill. longæ.

Tourpag-Bell, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 2300 m.; 23 août, n. 939.

Espèce bien caractérisée par ses feuilles caulinaires supérieures décurrentes; elle ne présente de relations qu'avec le *P. heliocarpum* Kern. (*Cynoglossum anchusoides* Lindl.), dont elle diffère beaucoup d'ailleurs par la petitesse de ses corolles, la brièveté du style, au moins moitié plus court que les nucules mûres; par ses nucules plus grosses, sa pubescence plus courte.

P. heliocarpum A. Kern. Nov. pl. sp., II, 9.—*Lindefolia anchusoides* Lehm.; *Cynoylossum anchusoides* Lindl.

Tokfan (Kohistan), dans les moissons de la vallée des Jagnaous; 12 juin, n. 940. Ansab, n. 941. Gorge de Tchoukalik; 16 juin, n. 942.

SOLENANTHUS.

S. tenuiflorus Schrenk in Bull. phys. math. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg, II, p. 194.

Gorge de Tchoukalik; 16 juin, n. 946.

TRICHODESMA.

Tr. molle DC. Prodr., X, p. 174.

Djizak; mai, n. 947. Daschtikazi (Kohistan); 16 mai, n. 948. Yang-Kourgane, dans la steppe; 1er juin, n. 949.

ROCHELIA.

R. cardiosepala Bunge in Boiss. Fl. or., IV, 245.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. 900 m.; n. 950.

CONVOLVULACEÆ.

CONVOLVULUS.

C. lineatus L. Sp. 224.

Ansab, vallée des Jagnaous, alt. appr., 2215 m.; 4 juillet, n. 951. Jori; 14 juin, n. 952. Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 953.

C. pseudo-cantabrica Schrenk Enum. pl. nov., I, 21. Reg. Pl. turkest., fasc. VIII, p. 51. Jori; 14 juin, n. 956. Gorge de Tchoukalik; juin, n. 957.

C. subhirsutus Reg. et Schmalh., Pl. turk., fasc. VII, p. 53.

Djizak; mai, n. 954.

C. Olgæ Reg. et Schmalh., Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 53, n. 127.

Daschtikazi, haute vallée du Zerafschane (Kohistan), alt. appr. 1150 m.; 13 juin. n. 955.

C. **sogdianus** Bunge, Pl. Lehm., p. 395, n. 887.

Gorge de Tchoukalik; juin, n. 958.

C. **arvensis** L. Sp. 218; Bunge, Pl. Lehm., p. 396, n. 888.

Djizak; mai, n. 959. Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 960.

CUSCUTA.

C. **brevistyla** Al. Braun in Schimp. exsicc., et Rich. Tent. Abyss., II, p. 79.

Djizak; mai, n. 961; sur un *Artemisia*. Vallée de l'Iskander-darja; 6 juillet.

C. **globulosa** Boiss. et Reut. Diagn., sér. II, 3, p. 136.

Djizak; mai, n. 963; sur un *Artemisia*. Intarr (Kohistan); juin, n. 965. Varsaout; juin, n. 966.

C. **epithymum** L. Syst. ed. Murr., p. 140.

Vorou (Kohistan), sur le *Medicago sativa* L.; 9 juillet, n. 964.

C. **Lehmanniana** Bunge, Pl. Lehm., p. 396, n. 891.

Bords de la rivière Pskème, affluent du Tchirtchik et du Taksent, alt. appr. 1260 m., sur les *Cratægus;* 18 août, n. 967. Karakyz, dans la vallée de l'Ona Oulgane; 24 août, n. 968. Namangane (Ferghanah); 7 sept., n. 969.

SESAMEÆ.

SESAMUM.

S. **indicum** L. Sp. 884; Bunge, Pl. Lehm., p. 385, n. 882.

Namangane (Ferghanah), cultivé et subspontané.

SOLANACEÆ.

LYCIUM.

L. ruthenicum Murr. Comm. Gött. (1779), p. 2, tab. 2; Bunge Pl. Lehm., p. 422, n. 962.

Schirabad (Boukharie); avril, n. 970.

L. turcomanicum Turcz. in Miers Ill. II, p. 118; Bunge, loc. cit.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; mai, n. 971. Schirabad (Boukharie), dans toute la steppe aux bords de l'Amou, depuis Kilif; 4 avril, n. 972.

SOLANUM.

S. nigrum L. Sp. 266; Bunge, loc. cit.
Djizak; mai, n. 973.

HYOSCYAMUS.

H. niger L. Sp. 227; Bunge, Pl. Lehm., p. 421, n. 957.

Djizak; mai, n. 974. Ansab, vallée des Jagnaous; 4 juillet, n. 975.

H. pusillus L. Sp. 258; Bunge, loc. cit., n. 958.

Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 976. Tchoukalik, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 977.

SCROFULARINEÆ.

VERBASCUM.

V. turkestanicum sp. nov.

(*Thapsoidea*). — Totum lanâ niveâ detersili floccosâ vestitum. Caulis elatus, robustus, tripedalis et ultra. Folia subti-

lissime crenulata, rosularum ovata, longiter petiolata, caulina ovato-oblonga, basi rotundata semi-amplexicaulia, minime decurrentia; folia suprema e basi late ovatâ longe acuminata, bractealia lineari-subulata glomerulos superantia. Racemus simplex, crassus, densissimus. Calix lanâ albâ densâ obtectus, haud magnus. Corolla lutea; filamenta omnia dense albo-lanata, antheris omnibus transverse insertis, staminum inferiorum duplo majoribus; stigma capitatum. Capsulam non vidi.

Folia rosularum semi-pedalia et ultra; calix circiter 6 mill. longus; corolla 15-18 mill. diam.

Entre Novobot et Sangi Mailek, alt. appr. 2900 m.; 29 juin, n. 978.

Port du *V. phlomoides*, mais bien distinct par son tomentum blanc et floconneux, ses anthères toutes transverses. Son épi compact et non interrompu, la forme de ses feuilles, ne permettent pas de le confondre avec aucune des espèces du groupe *Thapsoidea* croissant en Orient.

V. Capusii sp. nov.

(*Thapsoidea*).— Elatum, robustum; totum indumento flocoso albo detersili vestitum. Folia rosularum...; folia caulina subsinuato-dentata, ovata, inferiora basi breviter attenuata, media semiamplexicaulia, superiora ovato-rotundata, abrupte et breviter acuminata. Inflorescentia paniculata, ramis arcuato erectis, flexuosis. Flores sessiles vel breviter pedunculati, 3-5 fasciculati, fasciculis præsertim inferioribus dissitis. Calix haud magnus, ad basin usque partitus, lobis lanceolato-acutis. Corolla lutea; filamenta staminum omnia dense albo-barbata, antheris etiam inferiorum transversis; stigma ovatum. Capsulam non vidi.

Caulis tripedalis et ultra, angulosus, mox tomento detersili, nisi in inflorescentiâ, nudatus; folia caulina inferiora usque ad 10 poll. longa; calix 4-5 mill. long.; corolla diam. circiter 15 mill.

Djizak; mai, n. 979.

Port du *V. floccosum*, dont il diffère d'ailleurs très nettement par ses feuilles inférieures un peu sinuées et bordées en outre de dents inégales, aiguës ; elles perdent promptement leur tomentum et deviennent bleuâtres par la dessiccation, comme celles du *V. speciosum*. Le *V. khorassanicum* Boiss. a les feuilles plus étroites, les supérieures oblongues, les rameaux de la panicule effilés, les fascicules de fleurs tous très écartés, caractères qui ne peuvent convenir au *V. Capusii*. Le calice, profondément 5-fide, comme dans le *V. khorassanicum*, ne permet pas de le rapprocher des *V. lasianthum* ou *erianthum*.

? **V. khorassanicum** Boiss. Fl. or., IV, p. 319.

Sjemessass, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1500 m.; 26 août, n. 980.

Le spécimen unique rapporté par M. Capus a la tige principale détruite et présente seulement des rameaux latéraux développés tardivement, ce qui modifie toujours le port des *Verbascum* ainsi brisés accidentellement. Tous les caractères attribués par M. Boissier au *V. khorassanicum* s'appliquent bien d'ailleurs à la plante de Sjemessass; les capsules sont petites et globuleuses (diam. 4 mill. environ); le stigmate est capité.

V. Blattaria L. Sp. 254.

Djizak ; mai, n. 981. Yang-Kourgane ; 1er juin, n. 982.

LINARIA.

L. vulgaris Mill. Dict. n. 1 ; var. ? *bicolor*.

Corolla apice purpureo tincta, ceterum flava; calcar abbreviatum, dimidium corollæ vix æquans.

Passe de Tachta-Karatch, chaîne du Samarkand-taou, alt. appr. 1500 m.; 9 mai, n. 983.

La plante rappelle tout à fait le *L. vulgaris*, mais la corolle est constamment purpurine au sommet et l'éperon est beaucoup plus court que dans le type. En l'absence de graines mûres, il n'est pas possible d'être fixé sur l'identité de cette plante.

L. odora M. Bieb. Fl. taur.-cauc.; II, p. 76; Bunge, Rel. Lehm., p. 423, n. 972.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 m. 22 août, n. 984. Sjemessass, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1650 m.; 26 août, n. 985.

SCROFULARIA.

S. xanthoglossa Boiss. Diagn., ser. I, 12, p. 38.

Djizak; mai, n. 986.

Feuilles un peu charnues, obovales-flabelliformes, irrégulièrement incisées au sommet, les supérieures subtrilobées. Panicule très allongée et étroite. Corolle jaunâtre avec l'appendice de même couleur, largement obovale, presque orbiculaire; étamines saillantes; lobes du calice suborbiculaires et largement bordés de blanc.

S. xanthoglossa Boiss. var. β *decipiens*, Boiss. loc. cit.

Djizak; mai, n. 987.

Feuilles plus profondément divisées; étamines brièvement exsertes.

S. Griffithii Benth. in DC. Prodr., vol. X, p. 312.

Ouroumitane, gorge de Tchoukalik; juin, n. 988.

Feuilles ovales dans leur pourtour, pinnatifides, à segments incisés-dentés. Panicule très allongée et très étroite. Fleurs purpurines; écaille plus large que haute, un peu échancrée au sommet.

S. variegata M. Bieb. Fl. taur.-cauc., II, p. 78.

Entre Kudkuduk et Ispantuda, dans les champs calcaires; 22 mars, n. 989.

VERONICA.

V. Anagallis L. Sp. 16; Bunge, Rel. Lehm., p. 426, n. 983.

Namangane (Ferghanah), dans les lieux humides; 10 sept., n. 991. Novobot, 27 juin.

Forme très glabre, représentant le type de l'espèce.

V. Anagallis var. *glandulosa.*

Kitaab (Boukharie), dans les fossés humides; 8 mai, n. 992.

Forme finement glanduleuse dans toute sa partie supérieure; pédoncules égalant à peine les feuilles, même dans le haut de la tige.

V. anagalloides Guss. Pl. rar., tab. 3.

Kitaab (Boukharie), au bord des eaux; 8 mai, n. 993. Vallée des Jagnaous; 27 juin, n. 994.

Pédicelles couverts de fines glandes. Capsules ovales-elliptiques, peu sensiblement échancrées au sommet.

V. Beccabunga L. Sp. 16; Bunge, Rel. Lehm., p. 426, n. 984.

Entre Novobot et Sangi Mailek; 29 juin, n. 995. Vallée des Jagnaous; 3 juillet, n. 996. Tourpag-Bell, alt. appr. 2300 m.; 23 août, n. 997.

V. campylopoda Boiss. Diagn., ser. I, 4, p. 80.

Tachta; 9 mai, n. 998. Gouibaz (Kohistan); 29 juin, n. 999.

V. Buxbaumii Ten. Nap., I, p. 7, tab. 1.

Environs de Novobot, dans les champs; 25 juin, n. 1000.

LEPTORHABDOS.

L. virgata Benth. in DC. Prodr., vol. X, p. 510.

Karakyz, montagnes de Tchirtchik, alt. appr. 1300 m.; 21 août, n. 1001.

DODARTIA.

D. orientalis L. Sp. 884; Bunge, Rel. Lehm. p. 425, n. 977.

Schirabad (Boukharie), alt. appr. 400 m.; 7 avril, n. 1002. Djizak; mai, n. 1003.

EUPHRASIA.

E. officinalis L. Sp. 841; Bunge, Rel. Lehm., p. 486, n. 993.

Kizil-Kouisch, dans la vallée de l'Ona Oulgane, alt.

1500 m.; 21 août, n. 1004. Gorge de Tchoukalik; juin, n. 1005.

PEDICULARIS.

P. sarawschanica Regel Pl. Fedtschenk., fasc. III, p. 16, n. 144.

Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 4000 m.; 7 sept. n. 1006.

Je n'ai pas vu d'exemplaires de la plante de M. Regel, mais la description qu'il donne du *P. sarawschanica* convient bien à la plante de la passe de Mourra. La corolle est purpurine, au moins au sommet; le tube est grêle et très saillant en dehors du calice; le rhizome, perpendiculaire, épais, souvent renflé vers le milieu donne naissance à de grosses fibres napiformes.

P. dolichorrhiza Schrenk, Enum. pl. nov., II, p. 23.

Djidjik; 22 juin, n. 1007. Gorge d'Outtikasch, haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 1008. Gorge de Tchoukalik, en face d'Ouroumitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n° 1009.

P. comosa L. Sp. 847. Bunge; Rel. Lehm., p. 427, n. 999.

Passe de Badraon, alt. appr. 3300 mètres; 6 juillet, n. 1010.

P. pycnantha Boiss. Diagn., ser. I, 12, p. 25.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n 1011. Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 4000 mètres; 1er juillet, n. 1012.

P. verticillata L. Sp. 846; Bunge, Rel. Lehm., p. 427, n. 995 *a*.

Ona Oulgane; 22 août, n. 1013.

P. rhinanthoides Schrenk, Enum. pl. nov., I, p. 22.

Vallée des Jagnaous; 29 juin, n. 1014. Novobot, alt. 2900 mètres; n. 1015.

SELAGINACEÆ.

GYMNANDRA.

G. Korolkowi Reg. et Schmalh. in Reg. Plant. turk., fasc. VI, p. 53, n. 72.

Sangi Mailek, haute vallée des Jagnaous (Kohiştan), alt. 2990 mètres; 28 juin, n. 1016.

VERBENACEÆ.

VERBENA.

V. officinalis L. Sp. 29.

Djizak; mai, n. 1017.

OROBANCHACEÆ

OROBANCHE.

Or. ianthina sp. nov.

(*Ospreolon.*) — Palmaris usque subbipedalis. Caulis angulosus parce et breviter pubescens. Racemus nunc digitalis, nunc pedalis et ultra, præsertim inferne laxus. Bracteæ lanceolatæ calicem æquantes. Calix tenuiter glandulosus, postice fissus, antice alte connatus, sepalis ad medium bifidis, lobis anguste lanceolatis acuminatis. Corolla extus glandulis conspersa, intense cyaneo-purpurascens, longe tubulosa, modice curvata, limbo brevissimo, lobis rotundatis; filamenta ad tertiam partem inferiorem tubi inserta, infra insertionem glandulis minutis et pilis brevibus pubescentia, supra insertionem glandulis raris conspersa; antheræ glabræ; stylus glandulosus, stigmate profundo bilobo.

Corollæ tubus usque pollicaris, in speciminibus minoribus paulo brevior ;calix circiter 1 cent. longus.

Ansab, vallée des Jagnaous, alt. appr. 2200 mètres; 4 juillet, n. 1019. Gorge de Tchoukalik; 16 juin, n. 1018.

Espèce remarquable par sa corolle d'un pourpre bleuâtre très intense, longuement tubuleuse, peu dilatée vers le sommet, et à limbe cinq ou six fois plus court que le tube. Elle doit prendre place à côté de l'*Or. cernua*, dont elle diffère par sa corolle beaucoup plus grande et moins courbée. Les filets staminaux sont presque glabres dans leur partie libre; mais dans la portion adhérente au tube ils sont couverts de glandes et de petits poils crépus plus ou moins abondants.

Or. cernua Löfl. It., p. 152.

Djizak; mai, n. 1020.

Or. cærulescens Steph. in Willd. sp., III, p. 349; Bunge, Pl. Lehm., p. 430, n. 1013.

Environs de Varsaout; 3 juillet, n. 1021.

Or. ramosa C. A. Mey. Enum. pl. Cauc., p. 104.

Jori; 14 juin, n. 1022.

Or. ægyptiaca Pers. Ench., II, p. 181; Bunge, loc. cit., p. 429.

Jardins à Samarcande; 18 mai, n. 1023. Bords de la rivière Pskème, alt. appr. 1260 mètres; 24 août, n. 1024.

CISTANCHE.

C. tubulosa Wight, Icon. tab. 1420 *bis*. — *Phelipæa tubulosa* Schrenk; *P. Calotropidis* Walp.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 mètr.; 23 avril, n. 1025.

C. salsa. — *Phelipæa salsa* C. A. Meyer Fl. alt., II, p. 461.

Tengi-Charam, avec l'espèce précédente, n. 1026.

LABIATÆ.

OCIMUM.

O. sanctum L. Mant., p. 85.

Tachkent, dans la steppe; 14 août, n. 1027.

MENTHA.

M. silvestris L. Sp. 804; Bunge, Rel. Lehm., p. 431, n. 1018.

Gorge de Tchoukalik, alt. 2200 mètres; 16 juin, n. 1028. Vorou (Kohistan); 15 août, n. 1029. Djizak; mai, n. 1030. Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 mètr.; 22 août, n. 1031.

M. silvestris var. *stenostachya* Boiss. Fl. or., IV, p. 543.

Pskème; 19 août, n. 1032.

ORIGANUM.

O. vulgare L. Sp. 824 var. *viride* Boiss. Fl. or., IV, p. 551.

Karakyz, dans les montagnes de Tchirtchik; 21 août, n. 1033.

THYMUS.

Th. Serpyllum L. Sp. 482, α *genuinum* Boiss., loc. cit., p. 555.

Gorge d'Outtıkasch, en face de Varsaminor, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 1034.

ZIZYPHORA.

Z. clinopodioides M. Bieb. Fl. taur.-cauc., I, 17.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 m.,

sur les rochers; 21 août, n. 1035. Daschtikazi (Kohistan); 16 mai, n. 1036.

Z. tenuior L. Sp. 31.

Jori; 14 juin, n. 1037. Schirabad (Boukharie), alt. appr. 500 mètres; 7 avril, n. 1038. Djizak; mai, n. 1039.

PEROWSKIA.

P. scrofulariæfolia Bunge, Rel. Lehm., p. 433, n, 1030.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres; 15 juin, n. 1040.

NEPETA.

N. podostachys Benth., in DC. Prodr. XII, p. 372.

Varsaout; 25 juin, n. 1041. Environs de Novobot, dans la vallée des Jagnaous, alt. appr. 1000 mètr.; 29 juin, n. 1042. Gorge d'Intarr (Kohistan), alt. appr. 2700 mètres; n. 1043.

N. kokamica Regel, Pl. Fedtschenk., fasc. III, p. 65, n. 152.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, altit. 1800 mètres; 21 août, n. 1044.

N. nuda L. Sp. 797; Bunge, Rel. Lehm., p. 435, n. 1039.

Vorou; 11 juillet, n. 1045.

N. ouroumitanensis sp. nov.

(*Psilonepethæ* Boiss.) — Viridis, glabrescens; e basi fruticosâ ramosa, ramis usque bipedalibus parce et minute puberulis. Folia inferiora longiter petiolata, cordato-ovata. grosse crenato-dentata, subtus pallidiora et præsertim ad nervos pilis minutis sparsis scabridula; folia floralia valde minora, ovata, suprema lanceolata. Inflorescentia laxa, cymis longe pedunculatis, 5-7 floris. Calix glandulis conspersus, ore late apertus, dentibus ovato-lanceolatis, æqualibus, tubo cylindrico, recto, ore barbato triplo longioribus. Corolla calice duplo longior;

stamina inclusa. Nuculæ subleves, sub lente validâ tantum tenuissime punctulata.

Folia longiora usque 3 cent. longa, excluso petiolo circiter 2 cent. long. ; calix 1 cent. ; corolla 2 cent. ; nuculæ circiter 2 1/2 mill.

Gorge de Tchoukalik, alt. 2200 m.; 16 juin, n. 1046.

Port du *N. teucriifolia* Willd. Enum. Berol., p. 602, mais bien différent par ses feuilles plus grandes, plus profondément cordiformes et surtout par le calice barbu à la gorge. Le *N. Schtschurowskiana* Rgl, Pl. Fedtsch., que je n'ai pas vu, mais qui paraît assez voisin d'après la description, diffère beaucoup du *N. ouroutamensis* par ses étamines exsertes.

N. cataria L. Sp. 796; Bunge, Reliq. Lehm., p. 435, n. 1038.

Bords de la rivière Pskème, alt. 1260 m.; 19 août, n. 1047.

N. micrantha Bge in Ledeb. Fl. alt., II, 401 ; Bunge, Rel. Lehm. p. 435, n. 1037.

Pitti, 20 juin, n. 1048.

N. Sewerzowi Regel, Pl. turk.; fasc. VII, p. 74, n. 94.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 1049. Djizak; mai, n. 1050.

N. Glechoma Benth. Lab., p. 491.

Tengi-Charam (Boukharie); 23 avril, n. 1050.

SALVIA

S. virgata Ait. Kew., I, p. 39.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 1051. Daschtikazi, haute vallée du Zerafschane (Kohistan), alt. appr. 1155 m.; 16 mai, n. 1052.

S. silvestris L. Sp. 34; Bunge, Rel. Lehm., p. 434, n. 1034.

Ansab, vallée des Jagnaous, alt. 2215 m.; 4 juillet, n. 1053. Schar i çabz (Boukharie), alt. appr. 600 m.; 7 mai, n. 1054.

S. Sheilei Boiss. Diagn., ser. I, 7, p. 45.

Jori; 14 juin, n. 1055. Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 1056. Daschtikazi (Kohistan), dans la haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 1157 m.

S. Capusii sp. nov.

(*Æthiopis*, *Homalosphaceæ* Boiss.) — Caulis erectus, subpedalis breviter lanuginosus. Folia infima longe petiolata, e basi truncatâ vel subcordatâ ovato-lanceolata, obtusa, dentato-crenulata, subtus lanâ brevi canescentia, supra rugulosa, subvirescentia, laxe lanuginosa; folia superiora sessilia, ovata. Inflorescentia paniculata, ramis brevibus. Flores saltem sub anthesi dense racemosi; bracteæ membranaceæ pilosulæ, purpureo tinctæ, orbiculatæ, in acumen breve abrupte desinentes, calices subæquantes. Calix anguste tubulosus, præsertim ad nervos pilis brevibus rigidis hirtellus, cæterum glandulis conspersus, dentibus lanceolatis in setam tenuem coloratam, haud rigidam, desinentibus. Corolla tenuissime et parce puberula, tubo tenui, calicem longe superante.

Foliorum radicalium limbus 15–20 cent. longus, petiolo 8-10 cent.; calix sub anthesi circiter 15 mill., ore minime dilatatus; corolla 3 cent., vel paulo ultra, tubo fere 20 mill.

Passe de Tachta-Karatcha (chaîne du Samarkand-taou), alt. appr. 1500 m.; 9 mai, n. 1058.

Port du *S. Sclarea*, mais bien distinct par le tube allongé de la corolle. Le *S. macrosiphon* diffère par ses verticilles beaucoup plus écartés, les bractées florales ovales, moins grandes et moins membraneuses.

S. macrosiphon Boiss. ser. I, 5, p. 11, var. *Kotschyi* Boiss. Fl. or., IV, 615. — *S. Kotschyi* Boiss. Diagn., ser. I, p. 46.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. 900 m.; 24 avril, n. 1059.

S. Sclarea L. Sp. 38.

Tchoukalik, en face d'Ouroumitane, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 1060. Vorou (Kohistan); 9 juillet, n. 1061. Prairie près de Jori; 13 juin, n. 1062.

S. spinosa L. Mant., p. 511.

Djizak; mai, n. 1063.

HYSSOPUS.

H. officinalis L. Sp. 796; Bunge, Rel. Lehm., p. 432, n. 1028; var. *angustifolius* Boiss. Fl. or., IV, 584. — *H. angustifolius* M. Bieb.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal-taou (Ferghanah), alt. appr. 2200 m.; 1[er] sept., n. 1064.

DRACOCEPHALUM.

D. crenatifolium sp. nov. (tab. XVI).

(*Boguldea.*) — Decumbens, basi fruticulosum, ramulosum, gracile. Caulis polyphyllus, inferne tenuissime, superne magis patentim pilosulus. Folia piloso-scabra, infima longiter, caulina breviter petiolata, limbo orbiculato vel late ovato, basi subcordato, rugoso, utrinque pauci- (4-5) crenato, crenis ovatis. Flores ad apicem ramorum congesti; bracteæ foliis æquimagnæ, sed basi attenuato-cuneatæ; bracteolæ lineares, acuminatæ, ciliatæ, calice plus duplo breviores. Calix purpureo tinctus, parce pubescens, dentibus subæqualibus, lanceolato-triangularibus, mucronulatus, tubo apice parum ampliato. Corolla (in sicco cærulea), puberula, tubo longe exserto; antheræ glabræ; stylus inclusus.

Folia cum petiolo brevi 12-15 mill. longa; calix circiter 1 cent.; corolla 25 mill.

Passage de Kokson, dans les monts Tchirtchik, alt. 1650 m.; 26 août, n. 1065.

Voisin du *D. imberbe* Bunge, mais paraissant bien distinct par ses feuilles caulinaires nombreuses, presque sessiles, plus petites; par ses tiges grêles, décombantes, redressées seulement au sommet. Dans le *D. imberbe*, les tiges, ou plutôt les rameaux florifères, dressés dès la base, naissent d'une grosse souche frutescente, et sont accompagnés de nombreux fascicules de feuilles longuement pétiolées; les rameaux florifères n'ont que deux ou plus souvent une seule paire de feuilles assez longuement pétiolées.

Le *D. oblongifolium* Regel, que je ne connais que par sa description et auquel son auteur attribue des feuilles oblongues, semble constituer une espèce assez différente du *D. crenatifolium*.

D. scrobiculatum Regel, Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 67, n. 157.

Passe de Badraon, vallée des Jagnaous (Kohistan); 7 juillet, n. 1066. Entre Ansab et Tokfan, alt. appr. 2200 m.; 6 juillet, n. 1067.

D. Ruprechti Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 77, n. 98. — *D. bipinnatum* Rupr. Sert. Tiansch., p. 65.

Vorou (Kohistan); 11 juillet, n. 1068.

D. integrifolium Bunge in Ledeb. Fl. alt., II, p. 387.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètr.; 16 juin, n. 1069.

LALLEMANTIA.

L. Royleana Benth. in DC. Prodr., XII, p. 404.

Djizak; mai, n. 1070. Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 1071. Ansab, vallée des Jagnaous; 4 juillet, n. 1072.

SCUTELLARIA.

S. multicaulis Boiss. Diagn., ser. II, 1, 7, p. 61; var. γ. *glabrescens* Reg. Pl. turkest., fasc. VII, p. 79, n. 101.

Daschtikazi (Kohistan), haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 1155 m.; 12 juin, n. 1073.

S. orbicularis Bunge, Rel. Lehm., p. 436, n. 1048; var. *elliptica* Regel, Pl. Fedtsch., fasc. III, n. 158.

Rochers près de Marguib, dans la vallée des Jagnaous, alt. appr. 2360 m., n. 1074. Jori; 14 juin, n. 1075.

S. alpina L. Sp. 834; var. *cordifolia* Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 79, n. 102.

Vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 2300 m.; 22 août, n. 1076. Ferghanah; 3 sept., n. 1077.

Fleurs jaunes; bractées herbacées, un peu coriaces, pâles. Feuilles largement cordiformes, ovales ou presque orbiculaires, ou réniformes. Plante hérissée-glanduleuse dans toute sa partie supérieure. La consistance coriace et non membraneuse des bractées, jointe à la forme souvent orbiculaire des feuilles, caractérise bien cette variété, qu'on pourrait aisément considérer comme une espèce distincte, si l'on ne trouvait des transitions dans certains spécimens européens du *S. alpina*, dont les bractées plus herbacées établissent une transition vers la forme asiatique signalée ici. Tous les individus du *S. alpina* var. *cordifolia*, rapportés par M. Capus, ont les fleurs jaunes, et appartiennent donc à la forme du *S. alpina* décrite par Linné sous le nom de *S. lupulina*.

S. orientalis L. Sp. 834.

Varsaout; 25 oct., n. 1078.

HYPOGOMPHIA.

H. turkestana Bunge, Bull. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg, XVIII, p. 30.

Tengi-Charam (Boukharie), sur la montagne de Baissoum, alt. appr. 900 m; 23 avril, n. 1079. Entre Kilif et Kara-Kamar, alt. appr. 300 m.; 28 mars, n. 1080. Djizak; mai, n. 1081.

MARRUBIUM.

M. vulgare L. Sp. 816; Bunge, Rel. Lehm., p. 437, n. 1050.

Daschtikazi (Kohistan), alt. appr. 1155 m.; 13 juin, n. 1082.

LAMIUM.

L. maculatum L. Sp. 809; Bunge, Rel. Lehm., p. 438, n. 1062.

Vallée des Jagnaous; 3 juillet, n. 1083.

L. amplexicaule L. Sp. 809; Bunge, loc. cit., n. 1061.

Vorou; 9 juillet, n. 1084. Tengi-Charam, alt. 900 m.; 23 avril, n. 1085.

LEONURUS.

L. Cardiaca L. Sp. 817; Bunge, Rel. Lehm., p. 438, n. 1059.

Namangane (Ferghanah); 16 sept., n. 1086. Karakyz, dans les montagnes de Tchirtchik, alt. appr. 1300 mètr.; 21 août, n. 1087. Gorge d'Outtikasch, haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 2480 m.; 17 juin, n. 1088.

LAGOCHILUS.

L. diacanthophyllus Benth. Lab., p. 641, var. β *leiacanthus* Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 84. — *L. leiacanthus* Fisch et Mey. in Schrenk Enum. pl. nov., I, p. 29.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ouroumitane, alt. 2200 m.; 16 juin, n. 1089. Outikana; 7 juin, n. 1090.

EREMOSTACHYS.

E. Olgæ Regel, Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 70, n. 165, et Pl. turk., fasc. VII, p. 94.

Karagarr, vallée de l'Iskander-darja, alt. appr. 1300 m.; 6 juillet, n. 1091.

E. Lehmanniana Bunge, Lab. pers., p. 81; Reg. Pl. turk., fasc. VII, p. 93.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 1092.

E. speciosa Rupr., Sert. tiansch., p. 68 (tab. XVIII).

Palmaris vel vix pedalis. Caulis gracilis, nudus vel paucifoliatus. Folia longe et graciliter petiolata, limbo vix digitali vel breviori, varié inciso-lobato, lobis ovatis dentato-crenatis, subtus lanâ albidâ sat dense vestito, supra rugoso demum calvescenti. Racemus lanâ gossipinâ niveâ obvallatus, basi vix interruptus, ovatus vel obovatus. Calix fere 2 cent. longus, lanâ totus obtectus, brevissime dentatus, dentibus rotundato-truncatis, spinulâ rigidâ brevi mucronatis; corolla circiter 4 cent. longa, tubo longe exserto; stamina sub medio tubi inserta, filamentis basi appendiculis fimbriatis auctis. Corollæ labium superius (in sicco) pallide purpurascens, labio inferiore explanato, trilobato, lutescenti.

Gorge d'Outtikasch, haute vallée du Zerafschane, altit. appr. 2480 m.; 17 juin, n. 1093.

Diffère de l'*E. superba* Royle par ses proportions beaucoup moins robustes, la laine blanche, épaisse et allongée qui enveloppe complètement la grappe et cache tout à fait les calices; par la grappe très dense, courte, ovale ou oblongue, peu ou pas interrompue à la base; par le tube de la corolle longuement saillant en dehors du calice. Dans l'*E. superba*, la grappe atteint jusqu'à 3 décimètres; les verticillastres sont presque tous écartés et accompagnés d'une bractée foliacée large et courte; le tube de la corolle ne dépasse pas le calice, dont les dents sont plus accusées.

E. napuligera sp. nov. (tab. XVII).

(*Phlomoides.*)—E collo lignoso fibræ crassæ in napulam inflatæ. Planta tota pube densâ strigillosâ glandulisque raris obsita. Caulis vix palmaris subnudus. Folia radicalia petiolata, ovata, nunc tantum inciso-crenulata, nunc basi uno alterove

lobulo parvo aucta, lyrata; folia caulina sessilia duplicato-crenata; verticillastra 5-7 flora, infima paulo dissita; bracteolæ lineares, subulatæ, pungentes sub verticillastris patentes, inæquales, calice saltem duplo breviores. Calix parce glandulosus, apice truncatus, dentibus subnullis spinulâ rigidâ mucronatis. Corolla pallide purpurascens, extus pubescens, tubo haud exserto, labio superiore extus velutino, intus ad margines dense piloso; labium inferius superiore multo longius; late trilobata, lobo intermedio lateralibus multo longiore, late obcordato; stamina paris superioris alte inserta (vix infra faucem), parvis inferioris circiter ad medium tubi; filamenta lanuginosa, compresso-alata. Nuculæ apice truncatæ, dense hirtellæ.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. 900; 23 avril, n. 109.

Feuilles radicales longues de 8 à 12 cent., plus courtes que les tiges ou les dépassant un peu. Calice atteignant presque 2 cent.; corolle de 3 cent., en y comprenant la lèvre inférieure; les filets staminaux postérieurs, très comprimés, comme ailés, sont étroitement réunis par leurs bords à l'aide des poils qui les recouvrent, et insérés beaucoup plus haut que les filets des étamines antérieures, dont les filets sont moins larges.

Espèce remarquable par ses bractéoles subulées, spinescentes, étalées sous les fleurs, comme dans plusieurs *Phlomis;* par ses filets staminaux velus. L'indument un peu grisâtre qui recouvre toute la plante est formé de poils serrés, très courts, rameux, et de petites soies raides plus allongées; dans la partie supérieure de la tige et sur les calices, on voit en outre quelques glandes pédicellées.

Les caractères de l'*E. napuligera* le rapprochent de l'*E. Tournefortii*, dont il diffère d'ailleurs tout à fait par l'aspect, ainsi que de toutes les espèces que j'ai pu voir. Sous le nom de *Phlomis Alberti*, M. Regel (Pl. turk., fasc. VI, p. 87) a décrit une plante probablement voisine de l'*E. napuligera*; ce dernier d'ailleurs établit parfaitement le passage entre les *Eremostachys* et les *Phlomis*.

PHLOMIS.

Ph. oblongata Schrenk Enum. pl. nov., I, p. 29.

Tourpag-Bell, dans la vallée de l'Ona Oulgane (monts Tchirtchik), alt. 2300 m.; 23 août, n. 1095. Karagarr, vallée

de l'Iskander-darja (Kohistan) ; 6 juillet, n. 1196. Novobot; 1er juillet, n. 1097. Ablatoume (Ferghanah) ; 3 sept. n. 1098.

Ph. thapsoides Bunge, Rel. Lehm., p. 440, n. 1066.

Djizak ; mai, n. 1099.

Ph. salicifolia Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 85, var. *angustifolia* Regel. loc. cit.

Gorge de Tchoukalik, alt. 2200 m. ; 16 juin, n. 1100.

Ph. agraria Bunge in Ledeb. Fl. alt., II, p. 411, var. *turkestanica*.

Folia radicalia late ovata, obtusa vel fere orbiculata, profunde cordata.

Ablatoume, chaîne de Tchotkal-taou (côté du Ferghanah), alt. appr. 2200 m. ; 3 sept., n. 1101.

SIDERITIS.

S. montana L. Sp. 802.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2200 m. ; 16 juin, n. 1102

PLANTAGINEÆ.

PLANTAGO.

Pl. lanceolata L. Sp. 164; Regel, Pl. turk., VII, p. 107.

Kizil-Kouisch ; 21 août, n. 1103. Ouroumitane ; 18 juillet, n. 1105. Djizak ; mai, n. 1106.

Pl. major L. Sp. 163; Regel, loc. cit., p. 106.

Varsaout ; 25 juin, n. 1107. Intarr (Kohistan) ; 20 juin, n. 1108.

PLUMBAGINEÆ.

ACANTHOLIMON.

A. alatavicum Bunge, Mem. Acad. Petrop., ser. VI, t. XVIII, p. 40, var. *α. typicum* Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 104.

Gorge d'Outtikasch, alt. appr. 2480 m.; 7 juin, n. 1109. Tchoukalik, alt. appr. 2200 m.; juin, n. 1110.

A. setiferum Bunge, loc. cit., p. 68.

Djizak; mai, n. 1111.

STATICE.

St. Suworowi Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 10, et Gartenfl. 1882, p. 289, tab. 1095.

Schirabad (Boukharie), sur les pentes des montagnes, alt. appr. 500; 7 avril, n. 1112.

Scape très grêle de 10 à 20 cent., terminé par un seul épi dense, ovale ou brièvement cylindrique, avec quelques fleurs ou bractées un peu écartées. Les feuilles sont très variables, atténuées en pétiole grêle, aussi long que le limbe ou beaucoup plus court; le limbe est obovale, toujours terminé par un fin mucron, très entier ou plus ou moins sinué, avec le lobe terminal beaucoup plus grand.

St. anceps Regel, Pl. Fedtsch., p. 74.

Yani-Kourgane, dans la steppe, alt. appr. 600 m.; 1er juin, n. 1113.

St. leptostachya Boiss. Diagn., ser. I, 7, p. 68.

Entre Kudkuduk et Ispantuda; 22 mars, n. 1114. Djizak; mai, n. 1115.

St. perfoliata C. A. Mey. et Karelin, in Bull. mosq., 1839, p. 167.

Djizak; mai, n. 1116. Kly, bords du lac Salé; mai, n. 1117.

St. otolepis Schrenk in Bull. Acad. imper. Petrop., I, n. 23; Bunge, Pl. Lehm., p. 444, n. 1082.

Entre Namangane et Andidjane (Ferghanah), alt. appr. 500 m.; 10 sept., n. 1118.

St. Gmelini Willd. Sp., I, p. 1524; Bunge, Rel. Lehm., p. 443, n. 1079.

Entre Namangane et Andidjane (Ferghanah), alt. appr. 500 m.; 10 sept. n. 1119.

SALSOLACEÆ.

SPINACIA.

Sp. tetrandra Stev. Act. mosq. ex Bieb. Fl. taur.-cauc., II, p. 417.

Kudkuduk, sur les pentes herbeuses humides exposées au soleil et à sol calcaire; 22 mars, n. 1120. Tengi-Charam, alt. appr. 900 m.; 23 avril, n. 1121.

CHENOPODIUM.

C. album L. Sp. 119.

Tokfan, dans les moissons; 21 juin, n. 1122. Varsaout; 25 juin, n. 1124.

C. Botrys L. Sp. 220.

Pitti; 20 juin, n. 1125.

C. virgatum. — *Blitum virgatum* L. Sp. 7; Bunge, Rel. Lehm., p. 448, n. 1097.

Kizil-Kouisch, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 m.; 21 août, n. 1126. Vallée des Jagnaous; 27 juin, n. 1127.

PANDERIA.

P. pilosa Fisch. et Mey. Ind. sem. hort. Petrop. (1825), 2, p. 46; Bunge, Rel. Lehm., p. 452, n. 1119.

Namangane (Ferghanah), route d'Andidjane, alt. appr. 500 m.; 10 sept., n. 1128.

SALICORNIA.

S. herbacea L. Sp. 5. Bunge, Rel. Lehm., p. 458, n. 1139.

Kly; mai, n. 1128.

HALOCHARIS.

H. hispida C. A. Mey. in Bunge Anab. Rev., p. 62; Reg., Pl. turk., fasc. VII; Bunge, Rel. Lehm., p. 476, n. 1183.

Kly; mai, n. 1129.

HALOSTACHYS.

H. caspia C. A. Mey. in Schrenk, Bull. Acad. Pétersb., 1841, n. 23, in not.; Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 137; Bunge, Rel. Lehm., p. 460, n. 1144.

Namangane (Ferghanah); 10 sept., n. 1130.

HALOCNEMUM.

H. strobilaceum M. Bieb. in Ledeb. Fl. ross., vol. III, p. 773; Bunge, Rel. Lehm., p. 460, n. 1145; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 137.

Kly, bords du lac Salé; mai, n. 1131.

KALIDIUM.

K. foliatum Moq. in DC. Prodr., XII, pat. II, p. 147; Bunge, Rel. Lehm., p. 459, n. 1141; Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 136.

Entre Namangane et Andidjane (Ferghanah), alt. appr. 500 m.; 10 sept., n. 1132.

BRACHYLEPIS.

B. eriopoda C. A. Mey. in Bull. Acad. Pétersb, 1843, I., p. 360; Bunge, Rel. Lehm., p. 459, n. 1202.

Entre Namangane et Andidjane (Ferghanah); 20 sept., n. 1133.

POLYGONEÆ.

ATRAPHAXIS.

A. lanceolata Meisner in DC. Prodr., vol. XIV, p. 78; Bunge, Rel. Lehm., p. 483, n. 1202; Reg., Pl. turk., p. 109.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal-taou (côté du Ferghanah) alt. appr. 2200 m.; 4 sept., n. 1134.

A. pirifolia Bunge, Rel. Lehm., p. 483, n. 1203. — *A. pungens*, α *typica* Regel, Pl. turkest., VII, p. 112, in notâ.

Intarr (Kohistan); 20 juin, n. 1135.

A. compacta Ledeb., Fl. alt. II, 55; Bunge, Rel. Lehm., p. 483, n. 1201. — *A. pungens*, γ *compacta* Trautv.; Reg., Pl. turk., fasc. VII, p. 109, in notâ.

Gorge près de Tchachmi; 23 avril, n. 1136.

PTEROCOCCUS.

? **P. leucocladus** Schrenk, Bull. de l'Acad. de St-Pétersb., III, p. 211. — *Calligonum leucocladum* Bunge, Pl. Lehm., p. 485, n. 1221.

Désert d'Angara; 15 avril, n. 1137.

OXYRIA.

O. digyna Campd. Rum., p. 135, tab. 3, fig. 3.

Sengi Mailek, dans les hautes vallées des Jagnaous (Kohistan); 27 juin, n. 1138.

RHEUM.

R. Fedtschenkoi Maxim. in Regel, Pl. Fedtsch., fasc. III, p. 77, n. 178.

Entre Ansab et Tokfan, alt. appr. 2000 m.; 6 juillet. n. 1139.

RUMEX.

R. crispus L. Sp. 476; Bunge, Rel. Lehm., p. 584, n. 1218, var. γ. *nudus* Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 108.

Djizak, mai, n. 1140. Schirabad (Boukharie), alt. appr. 500 m.; 7 avril, n. 1141. Schar i çabz; 9 mai, n. 1142.

R. pulcher L. Sp. 477.

Ouroumitane-Tchoukalik, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 1143.

R. orientalis Bernh. in Schult. fil., Syst., VII, p. 1433, var. *laxiflorus* (species distincta?).

Racemi laxi, verticillastris paucifloris, floribus longe pedicellatis. Folia infima late cordata, ovata, superiora ovato-lanceolata, basi truncata vel breviter attenuata.

Ansab, vallée des Jagnaous, alt. appr. 2215 m.; 24 août, n. 1144.

Tige assez grêle, finement striée, atteignant 1 mètre. Feuilles radicales très longuement pétiolées, largement échancrées en cœur à la base, un peu ondulées sur les bords, les caulinaires à pétiole court; à limbe finement denticulé, crispé sur les bords. Panicule étroite et très allongée, à rameaux courts, flexueux, dressés; grappes tout à fait nues et très lâches. Fleurs fasciculées au nombre de trois à six, à pédicelles inégaux, capillaires, articulés vers leur tiers inférieur, les fructifères arqués, pendants, presque tous plus longs que les valves (6-8 mill.); valves orbiculaires-cordiformes, plus petites que celles du *R. Patientia* et du *R. orientalis*, finement réticulées, très entières sur les bords, une seule d'entre elles pourvue d'une callosité oblongue.

? **R. Patientia** L. Sp. 476.

Ouroumitane, alt. appr. 2200 m.; 16 juin, n. 1145. Djizak; mai, n. 1146.

POLYGONUM.

P. paronychioides C. A. Mey. Enum. pl. Talusch., p 20, ex C. Koch in Linneâ, p. 202.

Djizak; mai, n. 1147. Gorge de Tchoukalik, alt. 2200 m.; 16 juin, n. 1148.

P. polychnemoides Jaub. et Spach, Pl. or., tab. 120.

Tchuschta-Ghousar, dans les terrains secs et sur les décombres; 31 mars, n. 1149.

P. argyrocoleum Steud. in Kotschy, Pl. Alepp., p. 440.

Jang-Kourgane, dans la steppe, alt. appr. 600 m.; 1er juin, n. 1150. Djizak; mai, n. 1151.

P. aviculare L. Sp. 519; Bunge, Rel. Lehm., p. 488, n. 1232.

Djizak; mai, n. 1152. Tengi-Charam; 24 avril, n. 1153. Schirabad; 4 avril, n. 1154.

P. herniarioides Del. Fl. Æg. illustr., n. 412.

Tchatyr-tasch, alt. appr. 2300 m.; 24 juillet, n. 1155.

P. lapathifolium L. Sp. 517.

Rabat, vallée des Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 1900 m.; 6 juillet, n. 1156.

P. Persicaria L. Sp. 518; Bunge, Rel. Lehm., p. 488, n. 1229, forma *foliis angustis subtus incanis*.

Kara-darja; 10 sept., n. 1157.

P. Bistorta L. Sp. 516, Bunge, Rel. Lehm., p. 487, n. 1225.

Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 4300 m.; 7 juillet, n. 1158. Vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2000 m.; 29 août, n. 1159. Vorou (Kohistan); 11 juillet, n. 1160.

P. viviparum L. Sp. 516; Bunge, Rel. Lehm., p. 487, n. 1226.

Bords des Jagnaous; 26 juin, n. 1161.

P. alpinum All Ped. I, p. 206, tab. 68; Bunge, Rel. Lehm., p. 488, n. 1237.

Gorge de Tchoukalik, alt. appr. 2000 mètres; 17 mai, n. 1162. Kizil-Kouisch, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 1800 mètres; 21 août, n. 1163. Varsaout; 25 juin, n. 1164.

P. alpinum var. *compactum*.

Pedale vel minus. Caulis crassus, simplex vel parce et breviter ramosus. Folia late ovata, obtusa, petiolo brevi; ochreæ amplæ, petiolum æquantes vel superantes, pilosulæ. Cymæ breves, paniculam thyrsiformem, compactam, ovatam, basi foliosam efformantes. Flores et fructus omnino *P. alpini*.

Passe de Mourra, alt. appr. 4300 mètres; 1er juillet, n. 1165. Vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 1800 mètres; 22 août, n. 1166.

Variété remarquable par ses feuilles brièvement pétiolées, à limbe très élargi, et par son inflorescence, qui forme dans la partie supérieure de la tige une panicule étroite, compacte, dépassant peu les feuilles supérieures. Toute la plante est couverte d'une pubescence serrée, courte et rude. Cette variété a été récoltée dans l'Himalaya sept. occidental, par MM. Hooker et Thompson et distribuée sous le nom de *P. polymorphum* Ledeb. var. — Le *P. songaricum* Schrenk, dont les feuilles sont également larges, diffère sensiblement par son inflorescence étalée et l'état presque glabre de toute la plante.

THYMELEACEÆ.

DIARTHRON.

D. vesiculosum C. A. Mey., Bull. Soc. imp. Pétersb., IV, n. 4.

Utsch-tepe, steppe de la Faim, entre Djizak et Tachkent, alt. appr. 500 mètres; 30 mai, n. 1167. Djizak; mai, n. 1168.

ELEAGNACEÆ.

HIPPOPHAE.

H. rhamnoides L. Sp. 1452; Bunge, Rel. Lehm., p. 489, n. 1245.

Passe de Mourra, alt. appr. 4300 mètres; 1er septembre, n. 1169. Vallée de l'Iskander-darja; 6 août, n. 1170. Bords des Jagnaous; 3 août, n. 1171.

ELÆAGNUS.

E. hortensis M. Bieb., Fl. taur.-cauc., II, 112.

Jardins de Schirabad; 17 avril, n. 1172.

EUPHORBIACEÆ.

EUPHORBIA.

E. subcordata C. A. Mey. in Ledeb. Fl. alt., IV, p. 184.

Tchotkal; 30 août, n. 1173. Outtikasch, haute vallée du Zérafschane, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 1173.

E. pilosa L. Sp. 659, var. *glabrescens*.

Sengi Mailek, haute vallée des Jagnaous (Kohistan); 28 juin, n. 1174.

E. virgata Waldst. et Kit. Pl. rar. Hung., II, p. 176, tab. 162. Tchotkal; 30 août, n. 1177.

E. falcata L. Sp. 654; Bunge, Rel. Lehm., p. 493, n. 1265. Djizak, dans les moissons; mai, n. 1174. Jori; 14 juin, n. 1175.

E. Szowitzii Fisch. et Meyer, Ind. hort. Petrop., p. 27. Tengi-Charam (Boukharie); mai, n. 1176.

E. turkestanica sp. nov.

(*Esula.*) — Annua, glabra, simplex vel apice ramulis paucis brevibus aucta. Caulis gracilis, palmaris vel minor. Folia pallide virentia, sparsa, anguste oblonga vel oblongo-linearia, subacuta, in petiolum brevem attenuata, marginibus integerrima, umbellaria caulinis similia, sæpius terna. Umbellæ radii duo, dichotomi. Folia floralia caulinis simillima sed basi oblique truncata, sessilia. Flores in dichotomiis solitarii vel pauci, foliis floralibus multo breviores. Involucrum parvum, ovato-turbinatum, lobis purpureis transverse ovatis, cornubus setaceis pallidis auctis. Capsula breviter pedicellata, globoso-depressa, profunde trisulcata, coccis subtiliter punctulatis. Semina lutescentia, longitudinaliter sulcata, sulcis 6, elevatis crenulatis; caruncula alba, depressa.

Folia 10-20 mill. longa, 2-5 mill. lata; semina vix 2 mill.; capsula fere 3 mill. lata.

Tengi-Charam (Boukharie), alt. 900 mètres; 23 avril, n. 1178. Djizak; mai, n. 1179.

L'*E. turkestanica* appartient au groupe de l'*E. Peplus* L. Son port le rapproche surtout de l'*E. sulcata* de Lens, mais il en diffère nettement d'ailleurs par ses tiges simples, la forme de ses feuilles, plutôt un peu aiguës au sommet, jamais rétuses; par ses graines plus grosses, presque une fois plus longues et dont les côtes sont crénelées et non lisses. Les individus récoltés à Djizak ont les feuilles beaucoup plus étroites, presque linéaires, et rappellent beaucoup l'*E. pygmæa* Fisch. et Mey., bien différent d'ailleurs par ses feuilles toutes opposées.

E. Helioscopia L. Sp. 658; Bunge, Rel. Lehm., p. 492, n. 1258.

Ibrahimata, à l'extrémité du Samarkand-taou, alt. 800 mètres, dans la steppe; 14 mars, n. 1180. Schirabad (Boukharie); 17 août, n. 1181.

ANDRACHNE.

A. telephioides L. Sp. 1014; Bunge, Rel. Lehm., p. 491, n. 1252.
Djizak; mai, n. 1182.

BALANOPHORACEÆ.

CYNOMORIUM.

C. coccineum L. Sp. 1875.
Schaar i Saman, dans le vieux cimetière; 12 avril, n. 1183.

CANNABINEÆ.

CANNABIS.

C. sativa L. Sp. 1457; Bunge, Rel. Lehm., p. 494, n. 1270.
Marguib, vallée des Jagnaous, alt. appr. 2360 mètres; 3 juillet, n. 1184.

URTICA.

U. dioica L. Sp. 1396; Bunge, Rel. Lehm., p. 492, n. 1268.
Vallée des Jagnaous; 3 juillet, n. 1185.

PARIETARIA.

P. judaica L. Sp. 1492.
Gorge de Tchoukalik, alt. 2200 mètres; 16 juin, n. 1186.

ULMACEÆ.

ULMUS.

U. campestris L. Sp. 327; Bunge, Rel. Lehm., p. 494, n. 1274.

Ibrahimata ; 14 mars, n. 1187.

CELTIDEÆ.

CELTIS.

C. australis L. Sp. 1478; Bunge, Rel. Lehm., p. 494, n. 1274.

Schink ; 12 juillet, n. 1188. Daschtikazi, dans la haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 1155 m.; 15 juin, n. 1189.

MOREÆ.

MORUS.

M. alba L. Sp. 1398, subvar. *tatarica*, Bureau in DC. Prodr., XVII, p. 240.

Kitaab (Boukharie), n. 1190. Kara-Kamar, cult. sous le nom de *Tutt chasak* (faux Mûrier); 29 mars, n. 1191. Schirabad, cultivé dans les jardins sous le nom de *Tutt*, et considéré comme étant le véritable Mûrier ; 2 avril, n. 1192.

La forme cultivée à Schirabad comme étant le véritable Mûrier a les feuilles d'un vert clair, longuement pétiolées, ovales, finement et régulièrement dentées ; les chatons mâles sont grêles et très allongés. Une autre forme (n° 1193), à feuilles également entières, mais plus larges, subcordiformes et bordées de grosses dents irrégulières, est cultivée sous le nom de Mûrier noir (*Scha Tutt*, en turc) ; elle ne porte pas d'indication de localité.

BETULACEÆ.

BETULA.

B. alba L. Sp. 1393; Bunge, Rel. Lehm., p. 494, n. 1276.

Bords des Jagnaous; 3 juillet, n. 1194. Karakyz; 21 août, n. 1195. Artchamaïdane (Kohistan), alt. appr. 2600 mètres; 8 juillet, n. 1196.

PLATANUS.

P. orientalis L. Sp. 417; Bunge, Rel. Lehm., p. 493, n. 1267.

Samarcande; 6 juin, n. 1197.

SALICINEÆ.

SALIX.

S. alba L. Sp. 1449, var. β *cærulea* Koch; Reg., Pl. turk., fasc. VII, 173.

Bords des Jagnaous; 3 juillet, n. 1198.

S. Daviesii Boiss., Diagn., ser. I, 7, p. 98.

Jardins et environs de Kartschi; 19 mars, n. 1199.

Je n'ai vu que l'individu mâle. Les trois spécimens rapportés par M. Capus ressemblent tout à fait à ceux de la montagne Kuh-Barfi, distribués par Kotschy; les feuilles sont soyeuses en dessous dans leur jeunesse.

S. Capusii sp. nov.

(*Amygdalinæ.*) — Fruticosa, ramosissima, cortice fuscescente. Ramuli graciles. Folia breviter petiola, talineari-lanceolata, utrinque attenuata, acutissima, juniora sericea demum glabrata, pallide virentia, integerrima vel nonnulla subtiliter denticulata. Amenta breviter pedunculata; mascula coætane,

parva, cylindrica, compacta; stamina 2; amenta fœminea breviter cylindrica, densiflora, axe villosulâ. Capsulæ lanceolatæ, glabræ, pedicellis vix 1 mill. longis; squamâ fere duplo brevioribus; styli stigmatibus æquilongi. Squamæ concolores, fulvæ, apice truncatæ, cucullatæ, extus glabræ, intus pilosæ, ad maturitatem usque persistentes.

Folia cum petiolo 4-5 cent. longa, 3-5 mill. vix lata; amenta mascula vix ultra 2 cent. longa, 4 mill. lata; amenta fœminea 2-4 cent. long.

Bords du Zerafschane, près de Dardar; 17 juin, n. 1200. Iskander-koul; 7 juillet, n. 1201.

Port du *S. rubra* L., mais bien différent par ses anthères jaunes, ses filets staminaux libres et ses écailles concolores. La persistance des écailles jusqu'à la maturité des fruits l'éloigne du *S. alba*, dont il se rapproche par ses chatons femelles et la forme des feuilles, d'ailleurs beaucoup plus petites. Le *S. Olgæ* et le *S. sarawschanica* Reg., avec lesquels le *S. Capusii* ne manque pas d'analogie, sont tout à fait différents par leurs anthères purpurines.

S. angustifolia Willd. Sp. IV, p. 699 (excl. syn.). — *S. Wilhemsiana* M. Bieb.; *S. dracunculifolia* Boiss.

Ablatoume, dans la chaîne du Tchotkal (Ferghanah), alt. 2200 mètres; 4 septembre, n. 1202.

S. stipularis Smith, Flor. brit., II, 1169.

Bords des Jagnaous, à Novobot; 1er juillet, n. 1203.

POPULUS.

P. nigra L. Sp. 1464. Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 188, n. 342.

Bords des Jagnaous, à Tokfan; 21 juin, n. 1205.

P. balsamifera L. Sp. 1464, var. *suaveolens* Loud.

Bords de l'Iskander-koul; 7 juillet, n. 1207; bord de la rivière Vorou; 8 juillet, n. 1208.

P. balsamifera L. Sp. 1464, var. *laurifolia*. Wesmael, in DC. Prodr., XVI, part. II, p. 330.

Bords des Jagnaous; 1er juillet, n. 1206. Passe de Mourra; 7 juin, n. 1209.

P. euphratica Oliv., Voy. dans l'emp. ott., fig. 45-46.

Vallée du Zerafschane, à Daschtikazi, alt. appr. 2480 mètres; 13 juin, n. 1210. Vulg. *Malham*.

P. alba L. Sp. 1463, var. β. *nivea* Wesm., in DC. Prodr., XVI, part. II, p. 324.

Vallée des Jagnaous à Rabat; 6 juillet, n. 1211.

GNETACEÆ.

EPHEDRA.

E. procera C. A. Mey. Ind. sem. hort. Petrop., 1844, p. 45, var. γ *humilis* Reg., Pl. turkest., fasc. VII, p. 195.

Gorge d'Outtikasch, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 1212. Djidjik; 22 juin, n. 1213.

E. strobilacea Bunge; Rel. Lehm., p. 499, n. 1309, Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 198, n. 355.

Désert d'Angara; 15 avril, n. 1213. Djidjik; 22 juin, n. 1214.

CONIFERÆ.

ABIES.

A. Schrenkiana Lindl. et Gord. in Journ. of hort. Soc., V, p. 212; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 199, n. 356.

Ablatoume, dans la chaîne du Tchotkal-taou (Ferghanah), n. 1215. Tourpag-Bell, vallée de l'Ona Oulgane, alt. appr. 2300 mètres, n. 1216.

JUNIPERUS.

J. pseudo-sabina Fisch. et Mey. in Animad V, ad ind. 8 sem. hort. Petrop., p. 15; Regel, Pl. Turk., fasc. VII, p. 202, in notâ.

Entre Varsaminor et Pitté; 26 juin, n. 1217.

J. sabina L. Sp. 1472 (excl. var.); Regel, loc. cit.

Ablatoume, dans les monts Tchotkal-taou (Ferghanah); 1er septembre, n. 1218. Daschtikazi; 13 juin, n. 1219.

J. communis L. sp. 1470; Regel, loc. cit., p. 201.

Ouroumitane; 16 mai, n. 1220.

MONOCOTYLÉDONES.

BUTOMEÆ.

BUTOMUS.

B. umbellatus L. Sp. 532; Bunge, Pl. Lehm., p. 502, n. 1322.

Kitaab (Boukharie), alt. appr. 600 mètres; 8 mai, n. 1221.

LILIACEÆ.

TULIPA.

T. uniflora Baker, Journ. of Linn. Soc., XIV, p. 295; var. *oxypetala* Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 221. — *Orithyia oxypetala* Kunth, Enum., IV, p. 227.

Passe de Badraon, alt. appr. 3300 mètres (Kohistan); 6 juillet, n. 1221.

T. dasystemon Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 221,

n. 405. — *Orithyia dasystemon* Regel, Pl. turkest., fasc. V, in Act. hort. Petrop. V, p. 261.

Ibrahimata, à l'extrémité du Samarkand-Taou, alt. appr. 800 mètres ; 14 mars, n. 1222.

? **T. Behmiana** Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 219.

Kudkuduk (Boukharie) ; 21 mars, n. 1223.

GAGEA.

G. arvensis Schultes, Syst., VII, p. 547, var. *filiformis* Kunth ; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 223.

Ibrahimata, à l'extrémité du Samarkand-taou, alt. appr. 800 mètres ; 14 mars, n. 1226.

G. reticulata Schultes, Syst., VII, p. 542 ; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 224, et Pl. Fedtsch., fasc. III, tab. 19, fig. 1-4.

Ibrahimata ; 14 mars, n. 1227 et 1228.

G. bohemica Schultes, Syst., VII, p. 549 ; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 226.

Kartschi (Boukharie) ; 22 mars, n. 1229.

G. persica Boiss. Diagn., ser. I, 7, p. 108. — *G. amblyopetala* Boiss. in Kotsch. Pl. Pers. austr. ; Regel Pl. turkest., fasc. VII, p. 226, et Pl. Fedtsch., fasc. III, tab. 17, fig. 8-12 (non Boiss. et Held. Diagn.).

Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 mètres ; 23 avril, n. 1230.

G. stipitata Merklin in Bunge ; Pl. Lehm., p. 512, n. 1385, Regel ; Pl. turkest., fasc. VII, p. 226, et Pl. Fedtsch., tab. 19, fig. 5-8. — *G. persica* Boiss., var. *β ebulbillosa* Boiss. Fl. orient., IV, p. 210.

Passe d'Akrabat, dans les montagnes de Baïssoum ; 24 avril,

n. 1231. Tengi-Charam; 23 avril, n. 1232. Ibrahimata; 14 mars, n. 1233. Kudkuduk (Boukharie), alt. appr. 300 mètres; 21 mars, n. 1234.

G. Olgæ Regel, Pl. turkest., fasc. III, p. 12, et Pl. Fedtsch., tab. 18, fig. 13 à 18.

Bords de la route de Niaz-Basch, entre Tachkent et Tchinas; 7 mai, n. 1235. Tchusihka-Ghouzar; 31 mars, n. 1236; entre Sadagan et Ibrahimata; 14 mars, n. 1237. Gombas; 27 juin, n. 1238.

G. chlorantha Schultes, Syst., VII, p. 264; Regel, Pl. turk., fasc. VII, p. 225, et Pl. Fedtsch., fasc. III, tab. 20, fig. 3-7.

Tengi-Charam (Boukharie); 23 avril, n. 1239.

G. dschungarica Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 227.

Ona Oulgane, dans la vallée, alt. appr. 2300 mètres; 22 août, n. 1240. Sengi Mailek; 28 juin, n. 1241.

RHINOPETALUM.

Rh. Karelini Fisch., Neu philos. Journ., Jan. 1830, p. 19; Bunge, Pl. Lehm., p. 512, n. 1381.

Kartschi, monts Koundr, exclusivement dans les terrains calcaires; 16 mars, n. 1242.

BELLEVALIA.

B. turkestanica sp. nov.

Bulbus ovatus, nucis parvæ crassitie. Folia quatuor, lineari-lingulata, complicata, vix sensim elevato-nervata, ad margines præsertim inferne ciliis crustaceis asperata, abrupte apiculata. Scapus foliis subbrevior. Racemus sub anthesi densus, ovato-conicus; bracteolæ albidæ, rotundatæ, pedicellos flore 4-plo breviores haud æquantes. Perianthium sub anthesi patens vel subcernuum, intense cæruleum, aperte campanu-

latum, lobis tubo subæquilongis, lanceolato-deltoideis; filamenta e basi dilatatâ subulata, ad basin loborum inserta. Antheræ violaceæ, haud exsertæ. Fructum non vidi.

Scapus circiter 10 cent.; folia sub apice 5-7 mill. latæ; perianthium 6 mill. longum.

Pentes exposées au nord autour d'Ibrahimata, alt. appr. 800 mètres; 14 mars, n. 1243.

Je n'ai pas vu le fruit de ce *Bellevalia*, sans lequel il n'est pas possible de lui assigner une place dans la série des espèces du genre; il rappelle beaucoup par son port le *Bellevalia sessiliflora* Kunth et le *B. aleppica* Boiss.; il diffère de l'un et de l'autre par ses feuilles, dont les nervures ne sont pas saillantes, et par les divisions du périanthe presque égales au tube et non 2-3 fois plus courtes. Le *B. azurea* Fenzl., dont les fruits ne sont pas connus, s'éloigne davantage par ses étamines insérées au milieu du tube.

ALLIUM.

All. margaritaceum Sibth. et Sm., Fl. græc., IV, p. 14, tab. 315, var. *affine* Regel, Monogr., p. 50; Pl. Fedtsch., p. 39, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 228.

Jori; 10 juin, n. 1244. Kly, bords du lac Salé; mai, n. 1245. Tchoukalik; juin, n. 1246. Djizak, alt. 500 mètres; mai, n. 1247.

All. atrosanguineum Schrenk, in Bull. Acad. Petrop., X, p. 355; Regel, Pl. Fedtsch., p. 46, tab. 7, fig. 7-9, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 230.

Ansab, vallée des Jagnaous, alt. appr. 2215 mètres; 6 juillet, n. 1248. Sengi Mailek, vallée des Jagnaous (Kohistan), alt. appr. 2990 m.; 28 juin, n. 1249. Gouibas, dans les lieux humides; 29 juin, n. 1250.

All. Kaufmanni Regel, Monogr., p. 44; Pl. Fedtsch., p. 47, tab. 7, fig. 10-11, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 230.

Ona Oulgane; 22 sept., n. 1251.

All. monadelphum Turcz., Cat. baic., n. 1144; Regel, Pl. Fedtsch , p. 48, tab. 8, fig. 1-3, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 230.

Tourpag-Bell, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 23 août, n. 1252.

All. urceolatum Regel, Acta hort. Petrop., II, p. 406; Pl. Fedtsch., p. 56, tab. 9, fig. 10-12, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 231 et 233, in notâ.

Outtikasch; 17 juin, n. 1253

All. Tschulpias Regel, Monogr., n. 72, β; Pl. Fedtsch., p. 62, tab. 10, fig. 10-12, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 234.

Tengi-Charam (Boukharie), sur la montagne de Baïssoum, alt. appr. 900 mètres; 23 avril, n. 1254. Schirabad; 5 avril, n. 1255. Tachta; 9 mai, n. 1256; entre Kilif et Kara-Kamar; 28 mars, n. 1257.

All. polyphyllum Kar. et Kir., Enum. pl. Song. in Bull. Mosq. (1842), p. 509; Regel, Pl. Fedtsch , p. 17, tab. 12, fig. 1-3, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 237.

Outtikasch, dans la haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 2480 mètres; 17 juin, n. 1258.

All. platyspathum Schrenk, Enum. pl. nov., I, p. 7, et II, p. 8; Regel, Pl. Fedtsch., p. 73, tab. 12, fig. 4-6, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 237.

Vallée de l'Ona Oulgane; 22 août, n. 1259. Marguib, 3 juillet, n. 1260. Tourpag-Bell; 23 août, 1261.

All. tataricum L. fil., Suppl., p. 196; Reg., Pl. Fedtsch., p. 87, tab. 14, fig. 1-6, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 240.

Vallée de l'Ona Oulgane; 22 août, n. 1262. Kizil-Kouisch; 21 août, n. 1263. Tourpag-Bell; août, n. 1264. Ouroumitane; juin, n. 1265. Koragarr (Kohistan), dans la vallée de l'Iskander-darja, alt. appr. 2000 mètres, n. 1266. Djidjik; 29 juin,

n. 1267. Artchamaïdane (Kohistan), alt. appr. 2300 mètres; 8 juillet, n. 1268. Djizak; mai, 1269. Intarr; 20 juin, n. 1270.

All. tataricum L. fil., var. *falcatum.*

Folia plana, late linearia (6-8 millim.) lata, eximie falcata, scapo duplo breviora, dense nervosa; vaginæ eleganter fusco-striatæ. Pro cæteris, formæ *longiradiatæ* Regel simillimum.

Tengi-Charam (Boukharie), sur la montagne de Baïssoum, alt. appr. 900 mètres; 23 avril, n. 1271.

All. oreophilum C. A. Meyer, Ind. cauc., p. 37; Regel, Pl. Fedtsch., p. 94; Gartenfl. (1873), tab. 775, fig. 1-3; Pl. turkest., fasc. VII, p. 243.

Passe de Vorou (Kohistan); 10 juillet, n. 1272.

All. Akaka Gmel. in Rœm. et Schult., Syst., VII, p. 1132.

Passe de Badraon, dans les moissons, alt. appr. 3330 m.; 6 juillet, n. 1273.

Ovaires granuleux; 2 ovules dans chaque loge; pédicelles à la fin longs de 3 à 4 cent.; feuilles lancéolées. La plante du Turkestan est tout à fait semblable à celle qui a été récoltée par Aucher Éloi dans le nord de la Perse.

All. atropurpureum Walld. et Kit., Pl. rar. Hung., I, p. 16, tab. 17; Regel, Pl. Fedtsch., p. 101.

Koragarr (Kohistan), vallée de l'Iskander-darja, alt. appr. 2000 mètres; 6 juillet, n. 1274. Tchoukalik, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 1275.

EREMURUS.

Er. Kaufmanni Regel, Acta hort. Petrop., II, p. 430; Pl. Fedtsch., p. 128, tab. 3, fig. *a*, *b*, *c*.

Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 4200 mètres; 1er juillet, n. 1276. Gorge de Tchoukalik, en face d'Ouroumitane, alt. appr. 2200; 16 juin, n. 1277.

Er. Olgæ Regel, Acta hort. Petrop., II, p. 430; Pl. Fedtsch , p. 126, tab. II, *a*, *b*, *c*.

Sur le sec, les fleurs sont blanches ou un peu rougeâtres ; les pédicelles sont plus allongés que dans la figure citée. Capsule à trois angles saillants, ovale-subglobuleuse, redressée sur le pédicelle étalé à angle droit ; graines largement ailées.

Er. robustus Regel, Gartenfl., tab. 729, et Acta hort. Petrop., II, p. 428.

Marzitsch ; 4 juillet, n. 1279. Passe de Mourra (Kohistan), alt. appr. 4300 mètres ; 1er juillet, n. 1280. Voroukischl (Kohistan) ; 9 juillet, n. 1281.

Er. Capusii sp. nov.

(*Henningia.*) — Fibræ radicales incrassatæ. Rhizoma ad collum extus dense fibrillosum, intus membranis pellucidis latis vestitum. Folia pedalia et ultra, 4-6 mill. vix lata, ad margines setulis brevibus asperata, ceterum glabra, glaucescentia. Scapus glaberrimus, foliis brevior (ex specimine unico). Racemus laxus, haud elongatus ; bracteæ lanceolato-acuminatæ, pedicellis post anthesin 1-2-plo breviores, marginibus ciliato-fimbriatæ ; pedicelli jam ad anthesin pollicares, vel paulo longiores, patentes, vel nonnulli arcuato-patentes. Perianthium lutescens, phyllis obovato-lanceolatis uninerviis, obtusis, post anthesin reflexis, 15 mill. circiter longis ; stamina perianthium subæquantia, filamentis filiformibus. Capsula ovato-globosa, basi styli mucronulata, levis. Semina....

Désert argileux salé, entre Kilif et Kara-Kamar (Boukharie), alt. appr. 300 mètres ; 28 mars, n. 1282.

Les fleurs sont presque de la grandeur de celles de l'*Er. robustus*, mais d'un jaune pâle ; les feuilles ressemblent à celles de l'*Er. persicus*, mais elles sont glabres ; l'inflorescence de l'*Er. Capusii* est beaucoup plus courte (15 cent. environ) que celle des autres espèces du groupe auquel il appartient et dont il se distingue facilement par ses fleurs jaunes. L'*Er. aurantiacus* Bak., est bien différent par ses

fleurs une fois plus petites et dont les étamines sont sensiblement plus courtes que le périanthe.

Er. sogdianus. — *Selonia sogdiana* Regel, Pl. Semenow, n. 1093, tab. 6, et Pl. Fedtsch., p. 129.

Gorge de Tchoukalik, en face d'Ouroumitane, alt. appr. 2200 mètres; 16 juin, n. 1283. Daschtikazi, haute vallée du Zerafschane (Kohistan), alt. appr. 1155 mètres; 14 juin, n. 1284. Voroukischl; 9 juillet, n. 1285.

ASPARAGUS.

Asp. trichophyllus Bunge, Enum. pl. Chin. bor., n. 369; Regel, Pl. Fedtsch., p. 158.

Marguib, dans la vallée des Jagnaous; 3 juillet, n. 1286.

MELANTHACEÆ.

COLCHICUM.

C. crociflorum Regel, Pl. Fedtsch., p. 81. — *Synsiphon crociflorus* Regel, Act. hort. Petrop., VI, p. 491.

Novobot (Kohistan), haute vallée des Jagnaous, dans le voisinage de la neige fondante, alt. appr. 3100 mètres; 29 juin, n. 1287. Ibrahimata, à l'extrémité de Samarkand-taou, alt. appr. 800 mètres, dans les prés humides, sur le bord de la rivière; 13 mars, n. 1288. Steppe de Sadagan, près de Samarkand; 13 avril, n. 1289.

AMARYLLIDEÆ.

IXIOLIRION.

Ix. tataricum var. *α. typicum* Regel, Pl. Semenow, n. 1037, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 206.

Entre Kudkuduk et Ispantuda (Boukharie), alt. appr. 300 mètres, dans la plaine salée; 22 mars, n. 1293. Tengi-

Charam; 23 avril, n. 1292. Entre Kilif et Kara-Kamar (Boukharie), alt. appr. 300 mètres; 28 mars, n. 1291. Schirabad, (Boukharie); 7 août, n. 1290.

LYCORIS.

L. Sewerzowii Regel, Pl. Semenow, p. 112, et Gartenfl., vol. XXVI (1877), p. 259, tab. 214.

Karakyz, dans les montagnes de Tchirtchik, à l'est de Tachkent, alt. appr. 1300 mètres; 21 août, n. 1291.

IRIDEÆ.

IRIS.

Ir. caucasica Hoffm., Comm. Soc. phys. Mosq., I, p. 40; β. *oculata* Maxim., Act. hort. Petrop., VI, p. 497.

Sadagan, près de Samarkande, dans le steppe, alt. appr. 800 mètres; 14 mars, n. 1292.

Ir. Bloudowii Ledeb., Fl. alt., IV, p. 331; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 212, var. *turkestanica*.

Scapus ultra pedalis, foliis longior; spathæ phylla violascentia, membranacea, acuta. Flores quam in typo multo majores, tubo gracili bipollicari spatham subsuperante, limbo 6-7 cent. longo, violaceo. Folia obtusa, 5-7 mill. lata, recta vel subfalcata. — Vix non species distincta.

Passe de Tachta-Karatcha, chaîne du Samarkand-taou, alt. appr. 1300 mètres; 9 mai, n. 1293.

Ir. longiscapa Ledeb., Fl. ross., IV, p. 93. — *Ir. filifolia* Bunge, Rel. Lehm., p. 506, n. 1348.

Entre Kilif et Kara-Kamar (Boukharie), alt. appr. 350 mètres; 28 mars, n. 1294.

GLADIOLUS.

G. tenuiflorus Koch, Linn., XXI, p. 636.

Schar i çabz (Boukharie), alt. appr. 600 mètres; 7 août, n. 1295.

CROCUS.

Cr. Korolkowi Maw et Regel, in Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 213.

Sadagan, près de Samarcande, alt. appr. 800 mètres, dans la steppe, sur le lœss; 13 avril, n. 1296.

ORCHIDEÆ.

ORCHIS.

Orch. latifolia L., Sp. 1334.

Bords des Jagnaous; 29 juin, n. 1297. Varsaout; 25 juin, n. 1298. Intarr; 20 juin, n. 1299. Karatipe, dans les prés marécageux; 9 mai, n. 1300.

EPIPACTIS.

Ep. latifolia Swartz, Act. Holm., 1800, p. 232.

Ablatoume; 3 septembre, n. 1301.

TYPHACEÆ.

SPARGANIUM.

Sp. ramosum Huds., Fl. angl., ed. 2, p. 401; Bunge, Rel. Lehm., p. 503, n. 1331.

Kitaab, dans les eaux stagnantes; 8 mai, n. 1302.

AROIDEÆ.

HELICOPHYLLUM.

H. Lehmanni Regel, Gartenflora, 1881, p. 291, tab. 1056, et Pl. turkest., fasc. VII, p. 9. — *Biarum Lehmanni* Bunge, Rel. Lehm., p. 503, n. 1333. — *Helicophyllum crassifolium* Engl. Araceæ, p. 597. — *Typhonium crassifolium* Ledeb.

Entre Kilif et Kara-Kamar (Boukharie), alt. appr. 350 mètres; 28 mars, n. 1303. Tengi-Charam; 23 avril, n. 1304. Schirabad; 5 avril, n. 1305.

JUNCACEÆ.

JUNCUS.

J. silvaticus Reich., Fl. mœno-francof., app. n. 973; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 13.

Ona Oulgane; 23 août, n. 1307.

J. sphacelatus Decne in Jacquemont, Voy., IV, tab. 172.

Tourpag-Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 23 août, n. 1311.

Plante plus élevée (40 à 50 cent.) et plus molle que le type décrit par Decaisne. Les feuilles sont allongées, presque planes dans leur partie inférieure, enroulées, subulées dans la moitié inférieure, avec l'extrémité raide, triquètre et noirâtre. Les capitules sont disposés en grappe dans la plante de Jacquemont; dans les spécimens du Turkestan, ils forment une anthèle corymbiforme, à rameaux inégaux, comme dans le *Luzula campestris*.

Malgré ces différences, je ne crois pas que la plante du Turkestan doive être distinguée; car certains spécimens du Sikkim et de l'Himalaya établissent des transitions évidentes.

CYPERACEÆ.

CYPERUS.

C. flavescens L. Sp. 68; Regel. Pl. turkest., fasc. VIII, p. 15.

Kara-darja; 10 sept., n. 1308.

C. fuscus L. Sp. 69; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 17.

Kara-darja; 10 sept., n. 1309.

C. rotundus L. Syst., p. 98; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 17.

Djizak; mai, n. 1310.

SCIRPUS.

Sc. palustris L. Sp. 70. — *Eleocharis palustris* Rob. Br.; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 18.

Kitaab, bords des eaux; 8 mai, n. 1312.

Sc. triqueter L. Mant., 105; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 19.

Kara-darja; 10 septembre, n. 1313.

Sc. maritimus L. Sp. 74; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 20.

Kitaab; 8 mai, n. 1314. Djizak; mai, n. 1315.

Sc. Holschœnus L. Sp. 72.—*Isolepis Holoschœnus* Rœm. et Schult.; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 21.

Porte de Tamerlan; 1er juin, n. 1316.

Sc. compressus Pers., I, p. 66. — *Blysmus compressus* Panzer; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 22.

Novobot; 27 juin, n. 1318. Bords des Jagnaous; 27 juin, n. 1319.

FIMBRISTYLIS.

F. dichotoma Vahl, Enum., p. 287 et 292; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 22.

Kara-darja; 10 septembre, n. 1317.

CAREX.

C. stenophylla Wahlenb., Act. Holm., 1803, n. 21; Regel, Pl. turkest., p. 25.

Sadagan, près de Samarkande, alt. appr., 850 mètres; 13 mars, n. 1320.

C. physodes M. Bieb., Mém. de la Soc. des natur. de Moscou, II, p. 104, tab. 7.

Désert d'Angara; 15 avril, n. 1321.

C. incurva Lightf., Scot., 544; Regel, Pl. turkest., fasc. VII, p. 24.

Tengi-Charam; 23 avril, n. 1322.

C. curaïca Kunth, Enum., n. 23.

Tourpag-Bell; 23 août, n. 1323.

C. melanantha C. A. Mey. in Ledeb. Fl. alt., IV, p. 516. — *C. nigra* β. *melanantha* Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 28.

Bords des Jagnaous; 29 juin, n. 1324.

C. ustulata Wahlbrg, Act. Holm., 1803, n. 92, var. *aterrima* Regel, Pl. turkest., p. 31.

Tourpag-Bell; 23 août, n. 1324. Vallée de l'Ona Oulgane; 22 août, n. 1325.

C. vulgaris Fries, Summa, 230. — *C. cæspitosa* β. *vulgaris* Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 34.

Koragarr, vallée de l'Iskander-darja (Kohistan); alt. appr. 2000 mètres, n. 1326.

C. rotundata Wahlenb., Act. Holm., 1803, n. 78.

Outtikasch; 17 juin, n. 1327.

GRAMINEÆ.

ORYZA.

O. sativa L. Sp. 465; Regel, Pl. turkest., fasc. VIII, p. 115.

Cultivé dans le Turkestan occidental.

PANICUM.

P. miliaceum L. Sp. 86; Regel, loc. cit., p. 115.

Cultivé à Pskemé.

P. colonum L. Sp. 84.

Kara-darja; 10 septembre, n. 1328.

IMPERATA.

Imp. arundinacea Cyrill., Ic., II, tab. 11; Regel, loc. cit., p. 116.

Schirabad, sur les pentes des montagnes; alt. appr. 500 mètres; 7 avril, n. 1329.

ERIANTHUS.

E. Ravennæ Pal. Beauv., Agrost., 14; Regel, loc. cit., p. 116.

Ittokar (Ferghanah); 4 septembre, n. 1330.

Forme remarquable par son inflorescence très ramifiée et par ses glumes d'un pourpre violacé. Plante très élégante.

SORGHUM.

S. halepense Pers., Synops., I, 101; Regel, loc. cit., p. 117.
Cultivé à Schirabad, à Djizak, etc.; mai, n. 1331 et 1332.

PHALARIS.

Ph. minor Retz, Observ., III, 8.

Schirabad, dans les moissons; 5 avril, n. 1333.

ALOPECURUS.

Al. ruthenicus Weinm., Cat. dorp. (1810), p. 10; Regel, loc. cit., 114.

Lieux incultes, moissons près de Tengi-Charam (Boukharie), alt. appr. 900 mètres; 23 avril, n. 1334.

Al. pratensis L. Sp. 88; Regel loc. cit., p. 113.

Koragarr, vallée de l'Iskander-darja (Kohistan), alt. appr. 2000 mètres; 7 juillet, n. 1335. Bords des Jagnaous; 29 juin, n. 1336. Kizil-Kouisch; 21 août, n. 1337. Entre Novobot et Sengi Mailek; 29 juin, n. 1338.

Al. agrestis L. Sp. 89; Regel, loc. cit., p. 115.

Schar i çabz, alt. appr. 600 mètres (Boukharie); 7 mai, n. 1339.

STIPA.

S. pennata L. Sp. 115; Regel, loc. cit., p. 108.

Coteaux autour de Novobot, alt. appr. 3100 mètres; 29 mai, n. 1340.

PIPTATHERUM.

P. cærulescens Pal. Beauv., Agrost., 18, tab. 5, fig. 10.

Var. *holciforme* Regel, loc. cit., p. 104. — *Milium holciforme* Spreng.

Koragarr, vallée de l'Iskander-darja, alt. appr. 2000 mètres ; 6 juillet, n. 1341.

Var. *kokanicum* Regel, loc. cit., p. 104.

Kantag-Rabat ; 23 juin, n. 1342.

PHLEUM.

Phl. alpinum L. Sp. 88 ; Regel, loc. cit., p. 111.

Tourpag-Bell ; 23 août, n. 1343.

Phl. asperum Vill., Fl. du Dauph., II, p. 61, tab. 2, fig. 4 ; Regel, loc. cit., p. 111.

Schar i çabz, alt. appr. 600 mètres (Boukharie) ; 9 mai, n. 1345.

Phl. Bœhmeri Wibel, Werth., 125 ; Regel, loc. cit., p. 111.

Ouroumitane ; 16 juin, n. 1346.

POLYPOGON.

P. littoralis Sm., Comp., p. 13 ; Regel, loc. cit., p. 103.

Djizak ; mai, n. 1347.

P. monspeliensis Desf. Atl. I, 66. Regel loc. cit., p. 103.

Djizak ; mai, n. 1348.

PHRAGMITES.

Phr. communis Trin., Fund. agrost., 134. — *Arundo Phragmites* L. ; Regel, loc. cit., p. 85.

Sjemesass, alt. appr. 2300 mètres ; 26 août, n. 1349. Vorou ; 9 juillet, n. 1350.

CALAMAGROSTIS.

C. laxa Host., Gram. IV, tab. 43 ; Regel, loc. cit., p. 101.

Djizak ; 5 mai, n. 1351.

C. laguroides Regel, p. 101, et Pl. Fedtsch., p. 86, n. 197.

Entre Ansab et Tokfan; 6 juillet, n. 1352.

Dans les spécimens rapportés par M. Capus, les glumes sont purpurines, très brillantes; la plante est très glauque, les chaumes recouverts par les gaînes presque jusque sous la panicule; l'arête est d'abord droite, mais après l'anthèse elle se courbe vers le milieu.

Le *C. laguroides* est très voisin du *C. anthoxanthoides* Regel (*Deyeuxia anthoxanthoides* Munro, in Henderson et Hume, Lahore, p. 339, cum tabulâ); il en diffère surtout par son inflorescence spiciforme plus allongée, par ses glumes lancéolées étroites, terminées par une arête beaucoup plus allongée, par ses glumelles à peine aussi longues que la moitié des glumes, lancéolées; les poils du pédicelle égalent seulement le quart des glumelles.

Le *C. holciformis* Jaub. et Spach est très différent des deux espèces citées plus haut; c'est par erreur sans doute que M. Regel attribue à ces auteurs le *C. anthoxanthoides*.

AGROSTIS.

Agr. alba L. Sp. 93; Regel, p. 102.

Kizil-Kouisch; 21 août, n. 1353.

BOISSIERA.

B. bromoides Hochstt. in Pl. Kotsch. Pers. bor., n. 215, et Ledeb., Fl. ross., IV, p. 405; Regel, loc. cit., p. 91.

Djizak; 5 mai, n. 1356.

AVENA.

Av. sterilis L. Sp. 118; Regel, loc. cit., p. 92.

Vorou-Kischl, dans les moissons; 9 juillet, n. 1357. Tokfan; 22 juin, n. 1358. Schirabad (Boukharie); 7 avril, n. 1359. Djidjik, alt. 3000 mètres; 29 juin, n. 1360.

CYNODON.

C. Dactylon Pers., Synops., I, 85; Regel, loc. cit., p. 109.

Djizak; 5 mai, n. 1361.

POA.

P. bulbosa L. Sp. 102; Regel, loc. cit., p. 68.

Schar i çabz, alt. appr. 600 mètres; 7 mai, n. 1362. Djizak; 5 mai, n. 1363.

P. Alberti Regel, loc. cit. p. 71.

Kitaab (Boukharie), alt. appr. 600 mètres; 8 mai, n. 1363. Vorou; 11 juillet, n. 1364.

P. pratensis L. Sp. 99; Regel, loc. cit., p. 80.

Varsaout; 25 juin, n. 1365. Vallée des Jagnaous; 3 juillet, n. 1366.

P. alpina L. Sp. 99; Regel, loc. cit., p. 67.

Près de Novobot; 29 juin, n. 1367.

P. persica Trin. in C. A. Mey. Ind. cauc., p. 18. — *Nephelochloa persica* Griseb.; Regel, loc. cit., p. 63.

Var. α *typica*.
Tchoukalik; juin, n. 1368.
Var. β *soungarica* Reg., loc. cit. — *Poa diaphana* Bunge. — *Nephelochloa songarica* Griseb. — *Poa subtilis* Karel. et Kir.
Gombas; 29 juin, n. 1369. Koragarr (Kohistan), alt. appr. 2000 mètres; 6 juillet, n. 1370.

GLYCERIA.

G. plicata Fries, Nov. Fl. suec., III, p. 176.

Kitaab; 8 mai, n. 1371

G. distans Wahlbrg, Fl. upsal., p. 36; Regel, loc. cit., 83, var. β. *glauca* Regel, loc. cit.

Djizak; mai, n. 1372.

CATABROSA.

C. Capusii sp. nov.

Rhizoma longe repens; culmi pedales vel minores rigidi; Folia brevia, ligulâ lanceolatâ. Inflorescentia spicæformis, superne densa, ramis inferioribus paulo magis elongatis, etiam sub anthesi stricte erectis, superioribus brevissimis; flores iis *C. aquaticæ* simillimi, intense purpurei.

Koragarr, dans la vallée de l'Iskander-darja (Kohistan); 6 juillet, n. 1374.

Espèce bien distincte du *C. aquatica* par la forme de sa panicule formant une grappe très étroite, obtuse, à rameaux supérieurs très courts et très rapprochés, les inférieurs plus allongés et un peu écartés, mais strictement dressés le long de l'axe.

ÆLUROPUS.

Æ. littoralis Parlat., Fl. Ital., I, p. 460; Regel, loc. cit., p. 64.

Djizak; 5 mai, n. 1375. Kly; mai, n. 1376.

SCHISMUS.

Sch. minutus Rœm. et Schult., Syst., II, p. 584; Regel, loc. cit., p. 91.

Entre Kudkuduk et Ispantuda; 22 mars, n. 1377.

KŒLERIA.

K. cristata Pers. Synops., I, p. 97; Regel, loc. cit., p. 90.

Tchoukalik; juin, n. 1378.

K. phleoides Pers., I, p. 97; Regel, loc. cit., p. 91.

Jori; 14 juin, n. 1379.

MELICA.

M. Cupani Guss., Suppl. ad Fl. sicul. (1832), p. 17, var. 6. *turkestanica* Regel, loc. cit., p. 87.

Jori; 14 juin, n. 1380.

DACTYLIS.

D. glomerata L. Sp. 105; Regel, loc. cit., p. 64.

Vallée des Jagnaous; 3 juillet, n. 1381. Kizil-Kouisch; 21 août, n. 1382.

FESTUCA.

F. ovina L. Sp. 108; Regel, loc. cit., p. 55.

Outtikasch; 17 juin, n. 1383. Tchoukalik; juin, n. 1384.

F. rubra L. sp. 109. Regel loc. cit., p. 56; forma *spiculis dense pubescentibus*.

Djidjik; 29 juin, n. 1385. Vorou; 11 juillet, n. 1386.

F. turkestanica sp. nov.

(*Eufestuca.*) — Rhizoma breviter repens, fibris validis onustum, dense cespitosum. Culmi subtripedales, erecti, leves, dense striati, pro majore parte nudi. Folia glaucescentia, latiuscula (4-5 mill.), elongata, etiam ad margines evissima; ligula breviter ovata, vel subquadrata. Panicula angusta, rigida, basi vel e medio interrupta, superne densa, ramis etiam inferioribus brevissimis, erectis, ad basin usque spiculigeris, levibus; pedicelli spiculis subbreviores. Spiculæ lutescentes, sub anthesi late ovatæ, subquinquefloræ, floribus contiguis, superiore stipitiforme. Glumæ spiculâ fere triplo breviores, ex toto hyalinæ, albæ, inferior lanceolato-acuta uninervia, superiore late ovatâ obtusâ inferne trinerviâ subduplo minor; glumellæ dense scabridæ, inferior late ovata, dorso rotundata, 5-nervata, acuta, superior vix

brevior, valide binervata. Caryopsis magna, obovata, parum compressa, apice rotundata, glumellis arcte involuta.

Folia culmi dimidium vix superantia; inflorescentia 10-15 cent. longa, 2-3 cent. lata; spiculæ 8 mill. longæ; caryopsis fere 3 mill.

Gorge d'Outtikasch, dans la vallée du Zerafschane, alt. appr. 2500 mètres; 17 juin, n. 1387. Koragarr, vallée de l'Iskander-darja (Kohistan), alt. appr. 2000 mètres; 6 juillet, n. 1388. Jori; 14 juin, n. 1389.

Le *F. turkestanica* doit se placer à côté du *F. spadicea*. Il en diffère par ses feuilles plus larges et molles; par ses glumes plus courtes relativement à l'épillet, la supérieure très obtuse et non pas aiguë; par ses glumelles plus larges, moins aiguës et plus scabres; par sa panicule plus raide et plus compacte, à rameaux plus courts. C'est la seule espèce du groupe signalée dans l'Asie centrale.

BROMUS.

Br. tectorum L. Sp. 114; Regel, loc. cit., p. 60.

Schirabad (Boukharie); 5 avril, n. 1390. Les moissons à Tokfan; 22 juin, n. 1391. Tengi-Charam; 24 avril, n. 1392.

Br. macrostachys Desf., Atl., I, 96, tab. 18, fig. 2; Regel, loc. cit., p. 63.

Var. *lanuginosus*. — *B. lanuginosus* Poir., Dict. suppl., I, 703. Djizak; mai, n. 1393.

Var. *oxyodon* Schrenk, in Bull. Soc. Acad. Pétersb., X, 355; Reg., loc. cit., p. 63.

Intarr; 20 juin, n. 1394. Schar i çabz (Boukharie); 7 mai, n. 1395. Tchoukalik; juin, n. 1396. Djizak; mai, n. 1397.

Br. scoparius L. Sp. 114, var. *hirtulus* Regel, loc. cit., p. 62.

Schar i çabz (Boukharie); 7 mai, n. 1398.

Br. Sewerzowi Regel, loc. cit., p. 61.

Djidjik; 29 juin, n. 1389. Moissons de Tokfan; 22 juin, n. 1400. Schirabad; 7 avril, n. 1401.

HORDEUM.

H. distichum L. Sp. 125; Regel, loc. cit., p. 37.

Schirabad, dans les moissons; 2 avril, n. 1402.

H. hexastichum L. Sp. 125; Regel, loc. cit., p. 39.

Cultivé à Tchoukalik, Djizak, Schirabad; n. 1403, 1404, 1405.

H. Kaufmanni Regel loc. cit., p. 38.

Schar i çabz (Boukharie), alt. appr. 600 mètres; 9 mai, n. 1406. Kartschi; 4 mai, n. 1407.

SECALE.

S. cereale L. Sp. 124.

Cultivé à Vorou et subspontané çà et là, aux bords des champs, n. 1408.

TRITICUM.

T. vulgare L. Sp. 126.

Cultivé dans le Turkestan sous de nombreuses formes, mais nulle part spontané. Sous le nom de *Blé indigène*, M. Capus a rapporté la variété à épillets velus du *T. vulgare* var. *durum* (*Triticum durum* Desf.). Une variété du *T. durum* à épis grêles et courts, à glumes glabres ou pubescentes seulement sur les nervures, est cultivée à Djidjik à une hauteur de plus de 3000 mètres. Ce Blé était presque mûr à la date du 6 juillet.

T. rigidum Schrad., Ind. sem. Gott. (1803), in Fl. germ., I, p. 392; Regel, loc. cit., p. 52.

Daschtikazi, haute vallée du Zerafschane, alt. appr. 1155 mètres; 15 juin, n. 1409.

Var. β. *tomentosum* Regel, loc. cit.

Voroukischl (Kohistan); 9 juillet, n. 1410.

T. orientale M. Bieb., Fl. taur.-cauc., I, p. 86, et III, p. 94, var. β. *lanuginosum* Griseb. in Ledeb. Flor. ross., IV, p. 337 ; Regel, loc. cit., p. 48.

Schirabad (Boukharie), sur les pentes des montagnes, alt. 500 mètres; 5 avril, n. 1411.

ÆGILOPS.

Æg. triuncialis L. Sp. 1489; Regel, loc. cit., p. 37.

Jori; 14 juin, n. 1412. Djizak; mai, n. 1413. Yang-Kourgane ; 1er juin, n. 1414.

Æg. squarrosa L. Sp. 1489; Regel, loc. cit., p. 36.

Tachta-Karatscha; 9 mai, n. 1415.

ELYMUS.

El. dahuricus Turcz., Cat. Baik., n. 1331; Regel, loc. cit., p. 42.

Kizil-Kouisch; 21 août, n. 1416.

CRYPTOGAMES VASCULAIRES.

EQUISETACEÆ.

EQUISETUM.

Eq. arvense L., Fl. lapp., p. 309.

Intarr, près de Kanti (Kohistan), alt. appr. 2700 mètres; 20 juin, n. 1417.

Eq. ramosum Schleicher, Cat. 1807, p. 27.

Karakyz, dans les montagnes de Tchirtchik, à l'est de Tachkent, alt. appr. 1300 mètres ; 21 août, n. 1418.

Eq. hiemale L. Sp. 1517.

Karakyz, avec le précédent; n. 1419.

FILICES.

CYSTOPTERIS.

C. fragilis Bernh., in Schrad. Neu Journ. Bot. (1806), I, part. II, p. 26; Bunge, Rel. Lehm., p. 531, n. 1517.

Ablatoume, chaîne du Tchotkal-taou; 3 sept., n. 1420. Tourpag-Bell; 23 août, n. 1421.

CHEILANTHES.

Ch. Szovitzii Fisch. et Mey. in Hohen. Pl. prov. Talysch, in Bull. Soc. Mosc. (1838), p. 241.

Tengi-Charam (Boukharie), sur la montagne de Baïssoun, alt. appr. 900 mètres; 23 avril, n. 1422.

ASPLENIUM.

Aspl. Trichomanes Huds., Fl. angl., ed. 1, p. 385.

Ablatoume (Ferghanah); 3 sept., n. 1423.

ASPIDIUM.

Asp. Lonchitis Sw. in Schrad. Journ. (1800), II, p. 30.

Tourpag-Bell, vallée de l'Ona Oulgane, dans les monts Tchirtchik, alt. appr. 2300 mètres; 23 août, n. 1424.

Asp. Filix mas Sw. in Schrad. Journ. (1800), p. 38. — *Polystichum Filix mas* Roth; Bunge, Rel. Lehm., p. 530, n. 1516.

Tourpag-Bell; 23 août, n. 1425. Ablatoume (Ferghanah); 3 sept., n. 1426.

SUR

LES PLANTES CULTIVÉES

QU'ON TROUVE A L'ÉTAT SAUVAGE OU SUBSPONTANÉ DANS LE THIAN-SCHAN OCCIDENTAL.

Par M. G. CAPUS.

Avant que les voyages des explorateurs et des naturalistes nous eussent fait connaître dans les derniers temps le Turkestan d'une façon plus approfondie et plus détaillée, on espérait trouver dans l'Asie centrale la patrie de beaucoup de plantes cultivées dont on ignore le lieu d'origine. Ces espérances ne se sont pas réalisées au gré de l'hypothèse qui veut qu'on trouve à l'état sauvage toutes les formes culturales avec les mêmes caractères qu'elles affectent à l'état domestique. Ce qui a contribué pour une grande partie à considérer l'Asie centrale comme la patrie de la plupart de nos espèces cultivées, c'est l'idée que ces espèces auraient été apportées de leur lieu d'origine ou auraient été transmises par les Aryas occidentaux lors des grandes migrations de la race aryenne. Les graines et les fruits des plantes sauvages susceptibles de culture et de rendement utile auraient été transportés par les hordes envahissantes vers l'ouest, et acclimatés par elles dans les endroits où elles se seraient fixées pour exercer l'agriculture.

Avant d'admettre cette conclusion, il ne faut pas perdre de vue que l'état initial de ces peuples était l'état nomade, pareil à celui que nous présentent encore en ce moment les Kirghiz et les Turkomans. Ces hordes vagabondes retiraient du produit de leurs troupeaux leurs moyens de subsistance et ne se souciaient pas de remplacer un genre de vie facile et passive par les rudes travaux des champs. Quand les tribus nomades étaient forcées, par une cause ou une autre, de cul-

tiver le sol, elles devenaient sédentaires et quittaient par cela même leurs mœurs vagabondes. Les nouveaux agriculteurs cultivaient alors les plantes qui se trouvaient immédiatement à leur portée et que le triage intéressé de leurs troupeaux dans le choix de leur nourriture leur avait désignées de préférence comme utiles à l'alimentation. Nos plantes cultivées, dont la patrie présumée serait l'Asie centrale et occidentale, ne nous sont parvenues vraisemblablement qu'après que ces premières populations sédentaires eurent fait les premiers essais de culture et après que ces essais eurent été couronnés de succès. Cette première période de culture empirique et expérimentale dut être assez longue, suffisamment longue pour que les peuplades sédentaires limitrophes a cceptassent l'évidence du bénéfice cultural.

Il semble donc difficile d'admettre que beaucoup de nos cultures d'Europe remontent à l'époque des premières migrations des peuples aryens, et que l'extension de ces cultures soit l'effet direct des migrations mêmes.

La question de l'origine de nos plantes cultivées est une des plus compliquées et des plus obscures. Quand on pense jusqu'à quel degré de divergence spécifique la culture modifie le type, et comment le retour à l'état sauvage, l'extinction progressive de certaines espèces, etc., rendent le résultat des recherches incertain, on est tenté de croire qu'on n'arrivera que par une voie détournée, et par le raisonnement, à découvrir la patrie de certaines espèces cultivées ; ou bien on sera forcé d'admettre la filiation d'une série de variétés à partir d'une forme sauvage aujourd'hui connue, jusqu'à la forme culturale actuelle. Alors il faudra changer la définition de l'espèce ou en admettre la variabilité.

M. de Candolle est arrivé, par une ingénieuse combinaison des données botaniques, linguistiques et archéologiques, à fixer d'une façon certaine la patrie de beaucoup de plantes cultivées ; mais il en est un certain nombre dont le lieu d'origine n'a pu être découvert jusqu'à présent ou n'est pas suffisamment connu. La Fève (*Faba vulgaris*), le Froment (*Triticum*

vulgare), la Lentille (*Ervum Lens*), le Millet (*Panicum miliaceum*), l'Avoine (*Avena sativa*), le Seigle (*Secale cereale*), etc., ont été rencontrés à l'état sauvage, ou subspontané, mais leur spontanéité n'est pas à l'abri de quelque incertitude; tandis que la patrie de l'Orge (*Hordeum vulgare*), de l'Épeautre (*Triticum Spelta*), du Pois (*Pisum sativum*), etc., reste encore à découvrir, en supposant que ces formes se rencontrent avec les mêmes caractères spécifiques à l'état sauvage et à l'état cultivé. Il serait prématuré de dire qu'on ne trouve pas la forme cultivée identique à l'état sauvage et spontané, car l'Asie centrale et l'Asie occidentale, qui sont la patrie présumée des plantes que je viens de citer, sont loin d'être suffisamment explorées et connues pour autoriser un pareil jugement.

Une région particulièrement intéressante, autant d'après les apparences de climat et de situation, que d'après les renseignements que j'ai pu recueillir en Asie centrale, est la partie montagneuse qui s'étend du haut Oxus aux bords du haut Indus, à travers le Darwaz, le Badakchân, le Kaboulistân et surtout le Kafiristân. Ce dernier, qui est à peu près vierge de toute exploration scientifique, présentera à coup sûr de belles richesses botaniques, car c'est le point de transition probablement le plus marqué de la flore indienne et de la flore des steppes. Ces deux flores chevauchent l'une sur l'autre de telle façon que la flore de l'Inde himalayenne, comme l'a constaté M. Franchet sur les plantes que nous avons rapportées du Turkestan, envoie des représentants jusque dans les derniers contreforts du Thian-schân occidental, à 42 degrés de latit. N., tandis que la flore des steppes s'avance jusqu'aux sources du Sutledje, par 30 degrés de latitude N. Une région qui, d'après les rares documents qu'on possède aujourd'hui, semble promettre également d'intéressantes découvertes floristiques, est celle qui s'étend au sud et au sud-est de la mer Caspienne, à travers le Ghilân et le Mazenderân jusqu'au Khorassân. Peut-être que ces pays, presque inexplorés, nous donneront la clef de l'origine de quelques-unes de nos plantes cultivées les plus

répandues. En admettant que la forme aujourd'hui cultivée doit se retrouver avec les mêmes caractères à l'état sauvage, on se trouve forcé de la sorte à fonder des espérances sur l'inconnu, comme on l'avait fait naguère pour le Turkestan.

J'ai réuni dans la liste suivante les plantes cultivées qu'on trouve à l'état sauvage ou à l'état subspontané dans le Thiân-schân occidental.

La région que nous avons visitée et que nous considérons ici est comprise entre les 58e et 72e degrés de longitude E. de Paris et les 38e et 44e degrés de latitude N., le Pamir excepté.

1° L'Amandier (*Amygdalus communis*) croît à l'état sauvage dans les montagnes du Turkestan. Nous l'avons trouvé dans la vallée du Zerafschâne, à une altitude d'environ 1300 mètres (Jori), dans la vallée de Vorou, dans les monts Tchotkal (vallées de Pskeme et de l'Ablatoune), en nombreux exemplaires à une altitude approximative de 3000-4000 pieds. On y trouve la variété douce et la variété amère, ainsi qu'une variété très curieuse à feuilles ovales et à endocarpe lisse ou presque sans circonvolutions. A la maturité, le mésocarpe se fend et se détache de l'endocarpe. Les fruits sauvages ne m'ont pas paru différer beaucoup de qualité des fruits cultivés dans la plaine.

L'Amandier sauvage atteint une hauteur de 5-6 mètres. D'après M. Krause, la variété douce est prise par les indigènes dans la montagne, puis transplantée et cultivée dans leurs jardins de la plaine.

L'Amandier porte généralement le nom de *Badâm*.

2° Le Pistachier (*Pistacia vera*) croît à l'état franchement sauvage dans la haute vallée du Zerafschâne et dans les montagnes de Baïssoun. Nous l'avons trouvé plus ou moins abondamment (1) dans les localités suivantes : Daschtikazi, vallée du Tchotkal et angle nord-est du Kokân, à des altitudes

(1) Il est à remarquer qu'il ne peut être question, dans cette partie du Turkestan, ni de bois, ni d'une végétation arborescente touffue. Forêts et bois sont inconnus.

de 1100-1200 mètres. Il atteint de 3-4 mètres de hauteur et croît sur les pentes des montagnes rocailleuses et peu humides. D'après Borchtchow, il viendrait du Kaboulistân ou de la Perse et atteindrait sa limite septentrionale vers le 40e degré de latitude.

Le fait est que dans le Hissar il est très abondant dans la montagne, et ses fruits, que les Hissariens recueillent en grand, forment un article de commerce assez important dans les bazars du Turkestan. L'arbre est très peu cultivé dans les jardins de la plaine. Il est appelé communément *Pstà*.

3° L'Abricotier (*Prunus armeniaca*). — J'ai trouvé le premier Abricotier sauvage aux bords du lac Iskander, dans le Kohistân, à une altitude de 7000 pieds environ. Mais sa spontanéité y est douteuse parce que je n'en ai rencontré que deux individus qui, quoique éloignés de toute habitation, se trouvent cependant à proximité d'un sentier. J'ai retrouvé plus tard des individus plus nombreux dans la vallée du Pskeme et dans celle de l'Ablatoune (monts Tchotkal), avec plus d'apparence de spontanéité, au milieu de fourrés de végétation arborescente, à une altitude d'environ 4000 pieds. Le bois de ces échantillons est plus couvert de liège que celui des échantillons cultivés. Les fruits sont petits, verdâtres, à endocarpe peu développé, un peu acuminés et velus. L'arbre atteint de 4-6 mètres de hauteur. D'après M. Prjevalsky, il y aurait des bois entiers d'Abricotiers sauvages sur le Jouldouz (Dzoungarie).

L'Abricotier porte le nom de *Zardalou* chez les Tadjiks, ainsi que chez les Ouzbegs. *Zardalou* ou *Zard-alou* en persan vient de *Zar* (or) et de *alou* (prune), et peut être traduit par « prune d'or ». Ce n'est donc qu'un nom qualificatif.

C'est un arbre fruitier d'un excellent rendement, et qui vient parfaitement et en grand nombre dans les jardins de toutes les villes du Turkestan. On lui connaît plusieurs variétés. La chair est très sucrée, mais relativement peu succulente.

Les indigènes sèchent les fruits au soleil et les vendent au bazar sous le nom d'*ourouk*, de *ghouloung* (tadj) ou de *tourschak* (ouzbeg). L'Abricotier donne encore d'excellents pro-

duits dans les vallées chaudes du Kohistân jusqu'à une altitude de 1600 mètres (Varsaminôr).

4° Le Cerisier des oiseaux (*Prunus avium*) et le Griottier (*Prunus Cerasus*) sont cultivés fréquemment dans la plaine, mais je ne les ai pas rencontrés à l'état spontané, ni subspontané dans la montagne.

Le *Prunus Chamæcerasus*, par contre, y est assez fréquent, surtout dans le Kohiston (vallée de Vorou). Les fruits comestibles sont recueillis par les indigènes. Les Tadjiks (Aryens) appellent la cerise *guilâss*, et les Ouzbegs (Turks), *tzià* ou *sià*.

Le *Prunus domestica* est cultivé surtout à Bokhara et à Samarcande. Il donne d'excellents produits. Une grande quantité de prunes séchées viennent de Hérat et de Perse pour être vendues aux bazars de la Bouckarie. C'est la variété ronde, différente des « Zwetschen » des Allemands.

J'ai rencontré en grande quantité à l'état sauvage, dans la montagne, les *Pr. divaricata*. Cet arbuste, de 4-5 mètres de hauteur, est fréquent dans les gorges sauvages des monts du Talass et du Tchotkal, à une altitude d'environ 4000 pieds. Il y existe en trois variétés : l'une, ayant des fruits jaunes, l'autre des fruits rouges, et la troisième des fruits noirs. Ses fruits, très abondants, sont parfaitement comestibles et rappellent absolument, comme goût, forme et dimensions, la *mirabelle* cultivée. Les indigènes récoltent les fruits sauvages et les font sécher au soleil pour la consommation en hiver. Ils ne cultivent pas cet arbuste dans les jardins de la plaine. La variété jaune est la plus répandue.

La prune est appelée *alou : alou-Boukhari*, *alou-Herati*, *alou-Samarcandi*, suivant le lieu de provenance.

La cerise porte le nom de *altcha*. Le fruit du *Pr. divaricata* est appelé *kok-altcha* (cerise jaune) ou *tagh-altcha* (cerise des montagnes). Or le nom de *altcha* vient de *ala-tcha* (*tzià*, *sià*), c'est-à-dire cerise bigarrée (*ala*, bigarré en turk), de sorte que les noms apparentés de *alou-altcha*, *kok-altcha*, ne sont que des noms qualificatifs ; ce qui fait supposer qu'en dehors

du nom de *sià* ou *tchà* fondamental, les noms dérivés n'ont pas une grande ancienneté (*kizil-tcha* ou cerise rouge, *Ephedra vulgaris*, chez les Kirghiz d'Orsk).

5° Le Pêcher (*Amygdalus persica*) est cultivé beaucoup dans la plaine et en plusieurs variétés, mais on ne l'a jamais signalé ni à l'état spontané, ni subspontané dans les montagnes du Turkestan. Il porte le nom de *Schaft-alou* ou *Schept-alou*, dérivé de *alou*, prune.

6° Le Poirier (*Pirus communis*) est cultivé dans la plaine sans donner de bons fruits. On le trouve à l'état sauvage dans les gorges du Talass et du Tchotkal. Les fruits sauvages sont petits, durs et astringents. J'ai trouvé la variété *tomentosa* Koch ; elle vient à une altitude d'environ 3000 pieds.

La poire porte un grand nombre de noms, dont les principaux sont les suivants : *bigi* en persan ; *mourout*, *al-mourout* (ouzbeg) et *nôschbouti* (tadj), à Samarcande ; *kadouna-modoun* en kalmouk, *nok* à Khodjent, *achlop* en tatares. Les Ouzbegs de Tachkent disent *nosch*, les Tadjiks de Samarcande *nosch-bouti* ou *nosch-pouti*. *Pouti* est à rapprocher du nom de *pauta*, que les Arméniens et les Géorgiens donnent à la poire.

7° Le Pommier (*Pirus Malus*) croît en abondance à l'état sauvage dans certaines parties du Turkestan. Prjevalsky rapporte avoir trouvé sur le Jouldouz des bois considérables de Pommiers et d'Abricotiers sauvages (voyage au Lob-noor).

Au sud de Vernojé, il existe une vallée appelée *Almati*, qui a reçu précisément son nom de l'abondance des Pommiers sauvages. Le Pommier sauvage, comme d'ailleurs tous les arbres, devient plus rare dans les contreforts sud-ouest du Thiân-schân. Je l'y ai trouvé en deux variétés absolument différentes quant au fruit. L'une produit des pommes rondes, de couleur rouge-jaunâtre, rayées de rouge, à pédicelle peu enfoncé et court. La chair est ferme, un peu rougeâtre à la périphérie et très succulente. Le diamètre atteint 4 centimètres. La feuille est plutôt longue et lancéolée, acuminée, légèrement velue. Le goût est acide. Elle rappelle la pomme d'Api. L'autre variété produit des fruits jaunes, ovales, qui atteignent jusqu'à 5 cen-

timètres de diamètre et au delà. La chair est blanche, farineuse, grumeleuse, élastique. Le pédicelle et l'œil sont très enfoncés. Cette pomme sauvage rappelle notre pomme de Saint-Jean. La chair en est très bonne à manger, peu astringente ou acide, quelquefois excellente. Nous avons trouvé ces deux espèces, formant de petits bosquets, dans les monts Tchotkal (vallée du Tchirtchik, Pskeme et Ablatoune), à des altitudes de 3000-4000 pieds. Les indigènes leur donnent le nom de *tagh-lama*, c'est-à-dire pomme de montagne, et les recueillent pour la consommation.

Les deux variétés mûrissent à la fin d'août. La première variété est le *Pirus Malus*, β. *tomentosa* Koch.

Les indigènes de la plaine cultivent un certain nombre de variétés (jusqu'à huit à Bokhara), dont deux méritent de fixer l'attention, parce qu'elles me paraissent plus que les autres avoir gardé les caractères de leur origine sauvage. L'une est une pomme jaune, allongée, douce, rappelant tout à fait la deuxième variété sauvage, et l'autre une pomme rouge, pointillée de blanc et recouverte d'un duvet blanchâtre, à pédicelle peu enfoncé, à chair rose et d'un goût fade.

Les Tadjiks appellent la pomme et le Pommier du nom persan de *Sip*, et les Ouzbegs, du nom de *Alma*, dans lequel *ma* me semble être la racine et *al* ou *ala* le qualificatif « bigarré ». Les Kalmouks appellent le Pommier *Aleman-modoun* (Falk). Les Tatars, d'après Steven, appellent la pomme sauvage *kertm*. Certaines villes du Turkestan, comme Andidjâne, ont la réputation de produire d'excellentes variétés de pommes. Ces fruits toutefois ne me paraissent pas atteindre la qualité des nôtres.

8° Le Noyer (*Juglans regia*) se trouve en proportion relativement considérable dans les gorges sauvages des monts Tchotkal et Tchirtchik (vallée de Pskeme, Ablatoune). Il y vient en fort beaux exemplaires à des altitudes de 3000-5000 p. et donne des fruits de bonne qualité. Pourtant la température descend dans ces stations, en hiver, parfois au-dessous de 20 degrés centigrades, mais les chaleurs estivales y sont plus

tempérées que dans la plaine. C'est un arbre très répandu dans les jardins de la plaine, tant à cause de la beauté de son port qu'à cause de ses fruits, qu'on emploie à faire de l'huile. Nous avons récolté de bonnes noix sauvages au commencement de septembre. Les meilleures noix sont celles qu'on obtient dans la vallée du moyen Zerafschâne, où le climat est tempéré. Les Ouzbegs appellent le Noyer : *Djan-gak* ou *Jan-gak;* les Tadjiks, *Tchamak;* les Bokhares, *Tcharmagis;* les Khiviens, *Koosé.* [D'autres noms composés de *djan* sont : *Djan-gil* (*Tamarix*), *Djantak* (*Alhagi camelorum*), *Djan-gal?* etc.]

9° Le Jujubier (*Zizyphus vulgaris*). — D'après Borchtchow, le Jujubier se trouverait à l'est de Samarcande, sur le haut Zerafschâne. On le trouve, formant de petits bosquets dans la vallée du Pskeme (monts Tchirtchik), à une altitude d'environ 3000 pieds. Les indigènes l'appellent *Tchilan* ou *Kizil* (rouge), d'après Fedtschenko. Il est peu répandu dans les jardins de la plaine.

10° La Vigne (*Vitis vinifera*) croît sauvage dans la vallée du Pskeme et de l'Ablatoune (monts Tchotkal et Tchirtchik). Je lui ai vu des grappes bien fournies de baies petites, arrondies, espacées, mûrissant au mois de septembre. Elle n'est pas très fréquente; elle s'élance à des hauteurs de 4-5 mètres autour des arbres.

Les Tadjiks appellent la Vigne *Angour*, les Ouzbegs *Isioum.* Le raisin sec se nomme *maïs*, et il s'en fait une grande consommation. La Vigne se trouve dans tous les jardins de la plaine. Elle atteint une hauteur considérable et le tronc acquiert souvent l'épaisseur de l'avant-bras. Pour garantir les pieds des froids intenses de l'hiver, on a soin quelquefois, comme à Tachkent, de les coucher par terre à la fin de l'automne et de les recouvrir d'un lit de fumier ou de paille. On distingue jusqu'à seize variétés de raisin à Tachkent et à Bokhara, mais la qualité n'est généralement pas bonne, à cause du manque de parfum et de l'épaisseur de la peau. La chair est ordinairement dure, compacte et très sucrée. On a une variété dépourvue de pepins, appelée *Kisch-misch.*

Le *Vitis ægirophylla* (*Cissus ægirophylla* Bunge) est assez fréquent dans la vallée du Fan-darja (haut Zerafschâne).

11° Le Groseillier noir, ou Cassis (*Ribes nigrum*), existe à l'état franchement sauvage dans les monts Tchirtchik et Tchotkal (vallées du Tchotkal et de l'Ablatoune). Les pieds qui viennent sur un terrain relativement sec n'atteignent qu'une faible hauteur, la feuille et le fruit restent petits; tandis que les individus qui croissent au bord de l'eau, ou quelquefois sur des îlots au milieu des rivières, atteignent un développement de $1^m,50$ à 2 mètres et portent des feuilles très larges, ainsi que des fruits qui dépassent en grosseur les baies de nos Groseilliers noirs cultivés. Les fruits ont un parfum de cassis très prononcé et sont parfaitement comestibles. Les Jagnaous (Aryens), ainsi que les Kirghiz, appellent cette plante *Kara-kot* (*kara*, noir). Les Tatars de Russie ont probablement emprunté ce nom spécifique pour l'appliquer à des plantes qui portent des baies ou des fruits ressemblant à la baie du Cassis, car, d'après Falk, ils donnent le nom de *Kara-gat* au *Vaccinium Oxycoccos* L. et au *Rubus fruticosus* L. Le Groseillier noir n'est nulle part cultivé par les indigènes. Ils récoltent quelquefois les baies sauvages pour en assaisonner leurs mets.

12° Le Seigle (*Secale cereale*). — Je n'ai pas trouvé le Seigle à l'état spontané dans la partie du Turkestan que j'ai visitée. D'après M. Regel, qui a vu des plantes rapportées par Fedtschenko, Ssevertzof et Kouchakjevitch : «*Secale cereale* L. α. *typicum*, cultum et subspontaneum in Turkestania occidentali. »

Il distingue une deuxième variété β. *anatolicum*, qu'il considère comme la forme souche sauvage d'où dérive notre Seigle cultivé (1).

Du reste, il est probable que le Seigle fut cultivé autrefois dans le Turkestan, et que les pieds subspontanés qu'on rencontre ajourd'hui dans la steppe ne sont que les restes des anciennes cultures. Il en est probablement de même de quel-

(1) *Descript. plant. nov. et min. cognit.*, fasc. VIII. Petropoli, 1881.

ques autres plantes citées plus loin. Le Seigle n'est nulle part cultivé aujourd'hui par les indigènes du Turkestan. D'après Fedtschenko, il porte le nom indigène de *Ravachon.*

13° L'Avoine (*Avena sativa*). — Elle n'a pas été signalée à l'état spontané dans le Turkestan. Les échantillons que M. A. Regel a trouvés près du fleuve Ourtaksary proviennent probablement d'anciennes cultures des Dzoungares. J'ai trouvé les cultures de Blé et de Millet, surtout dans les montagnes (Kohistân), infestées d'une espèce qui est probablement l'*A. sterilis*. Les indigènes l'appellent *Dorsitch*. Parfois elle se développe tellement dans les cultures, qu'on dirait un champ d'Avoine infesté par quelques pieds de Blé, dont la récolte devient insignifiante. L'Avoine n'est nulle part cultivée aujourd'hui dans le Turkestan par les indigènes : elle est remplacée avantageusement par l'Orge. Les indigènes appellent l'Avoine *Soulo* (d'après Krause) ; les Bokhares, *Diouschero* (d'après Falk) ; les Persans, *Kalatchar* (d'après Annenkoff, *Dict.*).

14° Le Froment (*Triticum vulgare*).— Le Froment ordinaire et le Blé dur (*Tr. durum*, Desf.) sont cultivés dans le Turkestan, mais n'ont pas été signalés à l'état sauvage. Fedtschenko cite également comme cultivé le *Tr. turgidum* var. *glumis mucronatis*. Les indigènes distinguent le Blé des cultures arrosées artificiellement de celui des cultures arrosées seulement par les eaux de pluie. Ils cultivent quatre variétés principales. Les Ouzbegs appellent le Blé *Bourdaï* ou *Bougdaï*, les Tadjiks *Gandoum*. Le Blé des cultures arrosées artificiellement s'appelle *Termahi-obi*, celui des autres cultures *Lalmi-bagarra*. Les cultures sont très rémunératrices.

15° L'Orge (*Hordeum vulgare*). — Céréale très répandue et cultivée en grande quantité dans le Turkestan. Elle n'a pas été signalée à l'état sauvage. Fedtschenko a trouvé l'*Hordeum distichum* dans les gorges de Dschamsk (vallée du Zerafschâne, spontané?) avec le *H. Kaufmanni*, voisin de l'*Hexastichum*, qui, d'après Regel (*loc. cit.*), pourrait être mis en culture. Les Tadjiks appellent l'Orge *Djaou* et les Ouzbegs *Arpà*.

16° Le Lin (*Linum usitatissimum*) est cultivé sur une grande

échelle pour l'huile de ses graines et nulle part pour ses fibres textiles. J'ai trouvé cette espèce échappée des cultures autour des villages ; mais, dans la montagne, j'ai rencontré seulement le *L. perenne* et le *L. heterosepalum*. Les indigènes le nomment *Zigirr*.

17° La Luzerne (*Medicago sativa*). — C'est la plante fourragère généralement répandue dans tout le Turkestan. J'ai rencontré des pieds sauvages, mais qui me paraissent échappés de culture. On l'appelle *Djounchka* en ouzbeg, *Alaf* en tadjique, *Fiesch* en jagnaou.

18° Le Trèfle (*Trifolium pratense*) se trouve fréquemment comme mauvaise herbe, soit au bord des chemins, soit en campagne. Il n'est nulle part cultivé dans le Turkestan par les indigènes. On l'appelle *Siberga*.

J'énumère ci-après les arbres fruitiers, arbustes et herbes annuelles cultivés dans le Turkestan, mais inconnus à l'état spontané et, pour la plupart, à l'état subspontané. Ce sont : le Pêcher (v. pl. h.) ; le Mûrier blanc et le Mûrier noir (*Morus alba* et *M. nigra*). Le Mûrier est un arbre dont la culture est très étendue, tant pour ses fruits que pour son feuillage utilisé sur une large échelle en sériciculture. Il porte le nom de *Toutt*. On trouve un peu partout, répandue dans les oasis, le long des canaux ou des routes, une variété de Mûrier appelée *Kassak*, qui provient probablement de graines échappées de culture. M. Avrianoff, chef du district à Namangâne et botaniste-amateur, m'a parlé de Mûriers sauvages qui se trouveraient dans les monts Titinck au N. E. de Namangâne. Le fait serait intéressant à vérifier. Ensuite le Figuier (*Ficus Carica*), appelé *Andjil*, *Andjir* ou *Irjir;* le Grenadier (*Punica Granatum*), nommé *Anar* ou *Anor* (1) ; le Cognassier (*Cydonia vulgaris*), appelé *Bigé;* le Riz (*Oryza sativa*) ou *Brintsch* et *Schâali;* le Sorgho (*Sorghum vulgare*) ou *Djougarra* (peut-être le *Dourra* arabe); le Millet (*Panicum miliaceum*), ou *Arsan* en tadjique et *Tarik* en ouzbeg ; la Sétaire (*Setaria italica*),

(1) Il faudrait écrire plutôt *A-nar*, le Pavot s'appelant *Kok-nar* (*kok*, jaune).

appelé *Kounak*; le Maïs (*Zea Mays*), qui porte le nom de *Mekké* ou *Makka-djougarra ;* le *Dolichos Soja*, appelé *Masch*, mais ce nom est aussi appliqué confusément à différentes espèces de Pois et de Haricots ; le *Pisum sativum* et le *P. arvense*, appelés *Bourtchak* et *Nachot ;* la Lentille (*Ervum Lens*), nommée *Adess* et *Jatchmik* dans le Khiva (d'après Basiner) ; différentes espèces de *Phaseolus*, appelés *Labia*, nom qui s'applique également, d'après Basiner, dans le Khiva au *Dolichos Lubia ;* la Fève (*Faba vulgaris*), qui porte le nom tadjique de *Bockala*, mais n'est cultivée (1) que dans les régions montagneuses et peu fertiles du Kohistân, par des tribus presque séparées des peuplades environnantes (Jagnaous).

Le Chanvre (*Cannabis sativa*), appelé *Bank*, est cultivé presque exclusivement pour l'huile et surtout pour en retirer le *nascha* ou *haschisch* des Arabes. Il croît à l'état sauvage dans la steppe autour d'Omsk en Sibérie. Le Cotonnier (*Gossypium herbaceum*) est beaucoup cultivé. Le coton écru s'appelle *pachta*, le Cotonnier *Ghousa*. Le Navet (*Brassica Napus*) est quelque peu cultivé sous le nom de *Schalgam* (Fedtsch.). J'en ai trouvé un pied sauvage dans la gorge d'Intarr (Kohistân), que je crois échappé de culture. Le *Brassica oleracea* est très peu cultivé par les indigènes sous le nom de *kaljam* ou *Kalam*. A Khiva, M. Krause a trouvé des pieds de cette plante dans le jardin du Chân (var. *caulo-rapa*). On cultive également l'*Allium Cepa*, qui porte, ainsi que les *Allium* sauvages, le nom de *Pioss*. La Carotte (*Daucus Carota*), cultivée dans les jardins, porte le nom de *Gaschir* et de *Sapsi*. Il n'est pas rare de la trouver subspontanée le long des canaux. La Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) a été introduite il n'y a pas très longtemps par des Tatars en Boukharie, mais sa culture ne s'est pas étendue. On l'appelle à Tachkent Navet russe et à Samarcande *Seb i sâmin*, c'est-à-dire « pomme de terre ». L'*Eruca sativa* est cultivé pour l'huile de ses

(1) D'après Jacquemont, elle est cultivée également dans les montagnes du nord de l'Inde. Peut-être que c'est entre ces deux stations qu'il faut chercher sa patrie.

graines sous le nom d'*Indaou*. Sont cultivés sur une grande échelle dans certaines régions : le Tabac (*Nicotiana rustica*), appelé *Tamakou* ou *Temeké* ; la Garance (*Rubia tinctorum*), appelée *Roujan* ou *Roïan*, qu'on a signalée à l'état sauvage dans le Kokân, où elle s'est probablement échappée de culture ; le Pavot (*Papaver somniferum*), nommé *Makou :* les capsules sèches sont appelées *koknar* et l'opium *afium* (en Boukharie). Le Melon (*Cucumis Melo*) et la Pastèque (*Cucurbita Citrullus*) donnent des fruits d'une qualité supérieure. On distingue jusqu'à douze variétés de Melon à Tachkent et à Samarcande. Le Melon s'appelle *Kaoun* et *Arbouza*, la Pastèque généralement *Arbouza* ou *Tarbouza*.

La Courge (*Cucurbita Melopepo*) et la Gourde (*Lagenaria vulgaris*) sont cultivées pour le fruit, qui sert à différents usages comme ustensile de cuisine ou réservoir de pipe. On appelle ces fruits *kadou* et *paljak*. Le Piment (*Capsicum annuum*) est cultivé dans certaines parties sous le nom de *Kalanfour*, l'Aubergine (*Solanum Melongena*) sous le nom de *Badinschân*.

Enfin, à cette liste il faut ajouter le *Lawsonia alba* ou *Henna;* l'*Isatis tinctoria*, appelé *Ousma*, et l'*Ocimum basilicum* ou *Raichan*, plantes de luxe cultivées pour différents produits à la mode du pays.

Depuis l'arrivée des Russes dans le Turkestan, quelques maraîchers indigènes commencent à cultiver des légumes introduits d'Europe, pour les vendre au marché russe. Ainsi le Concombre (*Cucumis sativus*), appelé *Badrink*, différents Choux, et, à Samarcande même, le Fraisier, commencent à s'introduire dans les cultures maraîchères indigènes. Les Russes font partout dans le Turkestan de louables efforts pour acclimater la plupart des bonnes variétés de nos plantes cultivées. Le jardin botanique de Samarcande est sous ce rapport un véritable modèle du genre.

Nous voyons que la liste des plantes cultivées n'en contient pas beaucoup qu'on trouve à l'état franchement sauvage dans la région géographique considérée. Ce sont : l'Amandier, le Pistachier, le Noyer, le *Prunus Chamæcerasus*, le

Pommier, le Poirier, l'Abricotier, le Jujubier, le *Prunus divaricata*, la Vigne, le Groseillier et le Trèfle. Il est probable qu'un grand nombre des autres plantes cultivées ont été introduites par la Perse, à cause de l'analogie plus ou moins grande de climat et à cause des relations sociales plus faciles avec ce pays. On trouve quelquefois, près des puits où s'arrêtent les caravanes, des plantes cultivées à l'état subspontané. Tels sont, par exemple, l'*Eruca sativa*, la Luzerne, le Millet, l'Orge; toutes plantes venues accidentellement et apportées par les caravanes.

Nous croyons finalement que la région montagneuse comprise entre les sources de l'Oxus et celles de l'Indus fournira quelques données plus concluantes sur l'origine de certaines de nos plantes cultivées. Peut-être M. Alb. Regel, qui a poussé dernièrement jusqu'au Wachân et au Schougnân, aura-t-il rapporté d'intéressantes observations sur ce sujet.

RECHERCHES

SUR LA

RESPIRATION DES TISSUS

SANS CHLOROPHYLLE

Par MM. Gaston BONNIER et Louis MANGIN.

Dans un premier mémoire, publié dans les *Annales des sciences naturelles* (1), nous avons étudié les échanges gazeux qui se produisent entre les Champignons et le milieu ambiant. Toutes nos expériences ayant été faites sur ces végétaux inférieurs, il ne nous était pas permis de généraliser les résultats obtenus.

Dans ce nouveau travail, nous rendons compte de nos recherches sur les tissus sans chlorophylle les plus différents : les Phanérogames parasites, les graines pendant leur première période germinative, les rhizomes, les racines, les plantes étiolées, certaines fleurs, etc.

Une étude détaillée de la respiration de ces divers tissus et des influences extérieures sur cette respiration est, du reste, d'une très grande importance au point de vue des recherches que nous avons entreprises sur l'action chlorophyllienne. Ce phénomène d'échange gazeux inverse, qui se superpose à la respiration dans les tissus à chlorophylle sous l'influence de la lumière, ne peut être dégagé nettement qu'après un examen attentif du phénomène respiratoire.

(1) G. Bonnier et L. Mangin, *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons* (*Ann. sc nat.*, 6e série, 1884, t. XVII, p. 210).

I. — Méthodes employées. — Modification des appareils.

Comme dans nos recherches sur la respiration des Champignons, nous avons employé deux méthodes : la méthode de l'air confiné, et la méthode à renouvellement d'air continu.

Les appareils qui nous ont servi sont ceux que nous avons déjà décrits, et sur lesquels il est inutile de revenir. Nous signalerons seulement quelques modifications apportées aux dispositions expérimentales dans la méthode de l'air confiné, ainsi que la construction nouvelle de l'appareil à analyses volumétriques.

1° *Modifications de l'appareil à respiration.* — Le dispositif adopté dans nos précédentes recherches ne permettait pas d'étudier l'influence de la lumière sur les graines et les rhizomes, à cause de la difficulté d'éclairer parfaitement tous les organes des plantes en expérience : aussi nous sommes-nous servis, comme supports, de cylindres et de plaques de plâtre ou de bois.

Les cylindres de plâtre ont été employés dans les expériences où la lumière diffuse devait exercer son action. Sur ces cylindres, on étale une couche de graines, qui adhèrent à la surface, soit au moyen de la substance gélifiée développée à l'extérieur des téguments, soit au moyen des radicelles et des poils absorbants. Avec cette disposition, les graines reçoivent facilement la lumière, et l'on évite le tassement, qui pourrait provoquer leur fermentation et leur pourriture.

Lorsqu'on veut faire agir la lumière solaire directe sur les graines ou les rhizomes par exemple, on les met dans des vases plats en y introduisant les supports de plâtre ou de bois qui soutiennent les végétaux en expérience. Ces vases sont disposés verticalement, leur plus grande largeur étant perpendiculaire à la direction des rayons solaires immobilisés par un héliostat.

On peut ainsi éclairer presque complètement les organes à étudier. Un thermomètre sensible, placé au milieu d'eux, indique à chaque instant la température.

Quand on veut comparer l'action des rayons solaires directs sur la respiration à celle de l'obscurité, il faut avoir soin de maintenir la température constante. Il est alors indispensable de placer les plantes ou les organes à étudier dans une étuve à eau, munie d'une fenêtre pour laisser passer les rayons solaires. On fait alors une première expérience en exposant la plante aux rayons du soleil, et en mesurant avec soin la température du thermomètre sensible placé dans le récipient qui la contient. Puis on chauffe l'étuve pour rétablir, à l'obscurité, une température égale à celle qu'on a observée au soleil.

Dans toutes les expériences où il n'était pas nécessaire de mesurer les variations de pression de l'atmosphère confinée, nous avons toujours employé le mode de fermeture au mercure déjà décrit dans notre précédent mémoire. On évite ainsi, pour le montage des appareils, une perte de temps souvent considérable, et l'on peut alterner, avec les mêmes individus, un plus grand nombre d'expériences.

2° *Modifications de l'appareil à analyses.* — L'appareil à analyses, que nous avons déjà décrit, présente quelques imperfections qu'un usage journalier nous a révélées. Son plus grand inconvénient consiste dans l'emploi d'un robinet à trois voies placé sur le trajet des gaz qu'on veut analyser. Ce robinet peut retenir une ou deux bulles d'air, et l'on est obligé de faire des lectures répétées pour s'affranchir de cette cause d'erreur. Un accident nous ayant obligé de faire construire un nouvel appareil, nous avons profité de cette circonstance pour y apporter quelques améliorations.

Voici quelle est la disposition que nous avons adoptée :

La partie essentielle de ce nouvel appareil se compose d'un tube capillaire d'environ 2 mètres de long et d'un diamètre intérieur de $0^{mm},75$. Ce tube est recourbé en U, et ses deux branches reposent sur une tablette horizontale. L'une des

branches, *ab*, est divisée en 800 parties d'égale capacité : c'est dans cette branche qu'on mesure les gaz à analyser. L'autre branche, *cd*, non graduée, est destinée à recevoir successivement les réactifs absorbants : potasse et pyrogallate de potasse.

L'extrémité *a* de la branche graduée est courbée à angle droit et se termine par une petite ampoule *f*; à cette extrémité on adapte un tube de caoutchouc communiquant avec une allonge *l* pleine de mercure. C'est cette allonge qui permet, lorsqu'elle glisse le long d'un support vertical, de déplacer les gaz à analyser et le mercure, afin de faire pénétrer dans le tube *cd* les réactifs absorbants.

L'extrémité de la branche *d*, courbée aussi à angle droit, est soudée à un robinet ordinaire *r*, qui se termine à son tour par un tube vertical *t*. Ce tube est placé dans une cuvette renfermant du mercure et sert à l'introduction des gaz et des réactifs. C'est sur cette cuvette en effet que l'on place les éprouvettes contenant les gaz à analyser ou renfermant les réactifs absorbants. Une pointe d'ivoire *p* est destinée à marquer le niveau du mercure dans l'allonge *l*, de manière à maintenir la pression constante pendant la durée des lectures.

3° *Fonctionnement de l'appareil à analyses.* — Le fonctionnement de cet appareil est assez semblable à celui que nous avons déjà décrit, quoique plus simple.

L'éprouvette *m* contenant les gaz à analyser est placée sur la cuvette *k*; le robinet *r* étant ouvert, on abaisse alors l'allonge *l* : une partie des gaz descend dans le tube vertical *t* jusqu'à un trait marqué *n*. On ferme le robinet et l'on enlève l'éprouvette. En rouvrant le robinet, l'allonge étant toujours abaissée, le gaz s'introduit dans le tube calibré ; on mesure alors la colonne gazeuse en fixant l'allonge de manière que la pointe *p* touche le niveau du mercure, le robinet étant fermé pendant la lecture.

On place ensuite sur la cuvette une éprouvette contenant une dissolution concentrée de potasse, et, en abaissant l'al-

longe pendant que le robinet est ouvert, on introduit la dissolution dans la branche *cd*, tandis que les gaz à analyser viennent se rassembler au sommet de l'ampoule *f*. On relève l'allonge, de manière que ces gaz viennent séjourner dans la région du tube dont les parois sont imbibées de potasse, et, après avoir introduit plusieurs fois ce réactif, on mesure le volume gazeux restant; la diminution de volume représente l'acide carbonique existant dans l'atmosphère analysée. On substitue ensuite à la potasse du pyrogallate de potasse, et l'on procède de la même façon que précédemment; la diminution de volume représente l'oxygène, et le résidu représente l'azote.

Voici un exemple d'analyse d'air vicié par la respiration des plantes :

Divisions lues sur l'appareil.....	Volume initial....	768,0
	Après potasse.....	755,0
	Après pyrogallate..	609,5

Ce qui donne pour la composition en centièmes :

$$CO^2 = 1,69$$
$$O = 18,94$$
$$Az = 79,37$$

4° *Lavage de l'appareil.* — Lorsqu'une analyse est terminée, on lave l'appareil.

Pour cela, on détache le caoutchouc fixé en *a*, et l'on place successivement sur la cuvette *k* une éprouvette contenant de l'eau acidulée, puis de l'eau pure, de façon à neutraliser la potasse et à entraîner les dernières traces d'acide pyrogallique. Le lavage terminé, on rajuste le caoutchouc, et, en soulevant l'allonge *l*, on chasse l'air qui était resté dans l'ampoule et l'excès d'eau que renfermait l'appareil.

5° *Précautions à prendre.* —Quand on effectue une analyse, il y a quelques précautions à prendre pour mesurer exactement la proportion des gaz.

On doit avoir soin de débarrasser le tube gradué de la plus grande partie de l'eau qui en imbibe les parois, et de ne

jamais tenir compte des lectures lorsque la quantité d'eau est trop considérable.

En outre, quand on fait réagir la potasse et l'acide pyrogallique, il faut absolument faire deux lectures concordantes, dans l'intervalle desquelles on laisse agir le réactif. Nous avons remarqué que l'absorption de l'acide carbonique, et surtout l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse, sont assez lentes pour qu'il soit indispensable de faire revenir le réactif trois ou quatre fois.

II. — Expériences de contrôle. — Limite des erreurs de mesure.

Avant d'employer les appareils dont nous nous sommes servis pour les recherches sur les divers végétaux étudiés, il était nécessaire de nous assurer des résultats obtenus lorsqu'on opère plusieurs fois de suite dans des conditions identiques. Ce contrôle des appareils avait déjà été fait à propos de nos recherches sur les Champignons (1); mais il était utile de faire quelques vérifications, surtout pour les plantes qui se développent rapidement, comme les graines en germination chez lesquelles l'intensité des échanges gazeux, ou même la proportion relative des gaz échangés, peut varier beaucoup avec l'âge.

1. Appareil a atmosphère confinée. — 1° *Influence de l'âge.* — Les graines en germination placées dans l'atmosphère confinée, surtout dans le commencement de la période germinative, peuvent visiblement changer d'aspect dans le cours d'une même journée. Il est donc indispensable, lorsqu'on étudie leur respiration, de déterminer par des expériences de contrôle les limites de temps entre lesquelles ce changement d'aspect n'est pas assez grand pour modifier les résultats obtenus dans les mêmes conditions.

(1) *Loc. cit.*, p. 237.

On peut ainsi observer que des graines de *Lepidium sativum*, après deux jours de germination à 16 degrés, au moment où le développement de la jeune plante se fait le plus rapidement, donnent une légère différence dans l'intensité respiratoire pour des expériences distantes entre elles de deux heures seulement.

Lepidium sativum.

Obscurité, air saturé ; température, 16 degrés.

HEURES DES EXPÉRIENCES.	CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
Midi 7^m à 2 heures	2,14	5,88
Intervalle de 2^h 4^m............	»	»
4^h 4^m à 5^h 57^m...............	2,23	6,24

Ainsi, pendant un temps assez court, on constate déjà, au momGnt de ce développement rapide des graines en germination, une augmentation sensible de la quantité d'oxygène absorbée. On comprend combien sont nécessaires les expériences croisées et de courte durée, lorsqu'on opère dans de semblables circonstances.

Mais lorsqu'on soumet aux expériences des espèces dont la germination s'effectue plus lentement, et surtout à une période germinative plus avancée, les résultats successifs, dans les conditions extérieures identiques, sont comparables et l'influence de l'âge est alors négligeable. C'est ce que prouvent les essais suivants :

Faba vulgaris.

Graines après quatre jours de germination (obscurité, air saturé température, 19 degrés; durée, 1 heure).

HEURES DES EXPÉRIENCES.	CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
2h 10m à 3h 10m...............	2,04	3,74
Intervalle de 1h 33m..............	»	»
4h 43m à 5h 43m..................	2,03	3,94

Lupinus luteus.

Culture sur du sable de plantes germant, après huit jours de germination. — Les plantes ont les cotylédons entr'ouverts, montrant les premières feuilles provenant de la gemmule.
(Obscurité, air saturé; température, 17 degrés; durée, 2h 8m).

HEURES DES EXPÉRIENCES.	CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
11h 15m à 1h 23m.	1,25	1,67
Intervalle de 2h 23m...............	»	»
3h 46m à 5h 54m	1,26	1,77

Dans d'autres circonstances, ce n'est pas une augmentation de l'intensité respiratoire qui est à craindre, mais au contraire une diminution.

Lorsqu'on opère, par exemple, avec certaines plantes dont la culture est très difficile ou qu'il est presque impossible de

maintenir très longtemps en bon état dans l'appareil, la respiration peut aller en s'atténuant avec le temps pour des conditions extérieures identiques.

Ainsi, lorsqu'on vient de prendre un plant de *Neottia Nidus-avis* avec son substratum, on peut le maintenir en bon état pendant quelque temps dans l'air saturé, mais on voit la plante se flétrir au bout de quelques jours. Pour étudier la respiration du *Neottia*, il est donc absolument nécessaire de s'assurer, avant et après avoir fait agir une influence extérieure, que le phénomène respiratoire est resté semblable à lui-même. C'est ce qu'indique l'expérience suivante :

Neottia Nidus-avis.

Plantes pourvues de toutes leurs racines (obscurité, air saturé ; température, 14 degrés).

HEURES DES EXPÉRIENCES.	CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
11h 7m à 2m 14m.	1,65	1,79
3h 18m d'intervalle.	»	»
5h 32m à 8h 39m.	1,65	1,76

On voit que, pendant cette période de dix heures, les *Neottia* mis en expérience étaient restés rigoureusement comparables à eux-mêmes.

En résumé, ces premières expériences de contrôle nous apprennent qu'il faut toujours déterminer les limites de temps entre lesquelles on peut opérer successivement avec les mêmes végétaux en voie de développement.

D'une manière générale, il ne faut comparer les mêmes individus qu'à intervalles rapprochés et, autant que possible, en croisant les expériences.

2° *Influence de l'individualité.* — Nous avons déjà fait remarquer, dans notre premier mémoire, qu'il vaut toujours mieux comparer entre eux les *mêmes individus* que d'établir des comparaisons en opérant avec des poids égaux des mêmes végétaux, au même degré de développement. En particulier, lorsqu'il s'agit de végétaux en voie d'accroissement rapide, tels que les graines germant ou les rhizomes émettant de jeunes pousses, il serait très difficile d'apprécier sur plusieurs échantillons un état de développement identique.

L'expérience prouve que toutes les graines semblables ne germent pas identiquement de la même manière, pour des conditions extérieures identiques ; il en est de même des rhizomes germant et même des plantes développées, qui ont souvent, sous les mêmes apparences, des fonctions physiologiques d'intensité variable. On ne saurait donc faire abstraction des caractères individuels, et, toutes les fois que cela se pourra, les comparaisons rigoureuses devront être établies *en opérant toujours sur les mêmes individus successivement*.

3° *Influence du substratum.* — Les causes d'erreur qui peuvent être dues à l'influence du substratum sont ici beaucoup moins à craindre que lorsqu'on opère avec des Champignons, qui vivent souvent sur des matières en voie de décomposition.

Les graines au début de la germination, ou les rhizomes, pouvaient être placés dans l'appareil sans substratum, plongeant de toute part dans l'air saturé d'humidité. Les cultures faites sur du sable pur étaient aussi soustraites à toute cause d'erreur de ce genre et, par le brassage de l'appareil à prises, on pouvait même déterminer le mélange entre l'air extérieur au sable et l'air intercalé entre les grains de silice.

Il n'en est pas tout à fait de même pour les cultures de graines germant faites sur des cylindres de plâtre, même paraffinés. On peut voir, en consultant les tableaux IV et V, entre autres, que la première prise d'air, au moment où l'on vient

de recouvrir le cylindre portant les graines en germination, donne à peu près la composition de l'air normal, tandis que la première prise de gaz des expériences suivantes donne un air altéré. Mais ces tableaux d'expériences montrent, par la concordance des résultats, alors même que les circonstances initiales et que la durée des expériences varient, le peu d'importance de cette cause d'erreur. Le brassage de l'air avant et après chaque expérience, la prise initiale toujours faite au début, éliminent cette influence de la condensation par le plâtre d'une petite quantité de gaz.

Ajoutons qu'au sujet des plantes parasites les mêmes précautions ont été prises que dans l'étude des Champignons.

4° *Influence des autres végétaux qui peuvent se développer dans l'appareil.* — Lorsqu'on étudie les graines en germination, il arrive souvent qu'un grand nombre d'organismes (Mucorinées, Ascomycètes, Bactériacées, etc.) attaquent les graines en voie de développement. C'est surtout ce qui se produit lorsqu'on laisse les germinations se faire dans un endroit clos. On comprend ainsi pourquoi les observateurs qui, comme M. Pauchon (1), laissèrent les germinations s'opérer pendant longtemps dans une atmosphère confinée, ont si souvent remarqué que leurs graines germant étaient envahies par les moisissures ou exhalaient une odeur d'acide butyrique.

Par l'étude de la respiration si active des Mucorinées, nous avons montré combien est importante cette cause d'erreur au sujet des échanges gazeux mesurés. Toute expérience où un organisme quelconque aura été constaté sur des graines observées devra donc être rejetée.

Pour éviter cette cause d'erreur, nous avons le plus souvent préparé les germinations à l'air libre, dans les conditions où les parasites ne se développent pas, et, lorsque ces graines étaient dans l'atmosphère confinée, c'était toujours pendant un temps relativement court.

(1) Voyez plus loin, page 314.

Des précautions analogues ont été prises dans l'étude des rhizomes.

5° *Limite des erreurs de mesure.* — Pour les expériences de contrôle faites dans des conditions identiques avec les mêmes individus, pendant le même temps, telles que les expériences citées plus haut, on peut se rendre compte de la limite des erreurs de mesure.

L'écart entre deux mesures de contrôle sur l'évaluation du volume d'acide carbonique émis ou de l'oxygène absorbé ne dépasse jamais 0,02, c'est-à-dire que l'erreur relative ne dépasse pas un cinquantième. Dès lors, comme cette erreur relative sera d'autant plus faible que la respiration aura été plus intense, on a intérêt, ainsi que nous l'avons déjà dit, à mettre les végétaux dans un volume d'air peu considérable. De cette manière, on peut faire une expérience dans un temps très court, tout en obtenant un échange gazeux assez important.

On peut calculer facilement quelles sont les erreurs de mesure sur l'évaluation du rapport $\frac{CO^2}{O}$. En tenant compte des erreurs de lecture sur l'appareil à analyses, lectures qui sont faites à moins d'une demi-division près, on trouve que la première décimale du rapport est, dans la majorité des cas, la seule dont on puisse répondre; le plus souvent, le rapport est déterminé à moins de la moitié de cette première décimale. Nous donnerons donc, dans les tableaux d'expériences, le rapport avec deux décimales calculées, la seconde ne devant être comptée seulement qu'à 5 unités près, sauf en quelques cas.

2. Appareil a renouvellement d'air continu. — 1° *Influence de la quantité d'air renouvelée pendant une expérience.* — Dans les expériences comparatives faites avec l'appareil à renouvellement d'air continu, nous avons toujours eu soin de faire passer sur les plantes le même volume d'air. Quelquefois il n'est pas possible de faire circuler rigoureusement le même volume d'air dans le même temps pour deux expériences successives. Cette différence influe-t-elle sur le résultat? La quan-

tité d'acide carbonique dosée sera-t-elle la même dans un courant d'air rapide ou dans un courant d'air lent? Dans quelles limites peut-on faire varier le courant d'air? Telles sont les questions qui se posent, et au sujet desquelles il était utile de faire quelques expériences de contrôle.

On peut d'abord faire passer, toute autre condition égale d'ailleurs, deux courants d'air très différents sur les mêmes plantes; les analyses faites donnent des résultats dissemblables si la quantité d'air qui a passé sur les plantes est inférieure à environ six fois le volume d'air primitif dans lequel on les a placées.

C'est ce que montrent les expériences de la série n° 1 (tableau I) faites sur des feuilles de Marronnier d'Inde.

TABLEAU I. — EXPÉRIENCES DE CONTRÔLE FAITES AVEC L'APPAREIL CONTINU.

Marronnier d'Inde (*Æsculus Hippocastanum*), feuilles développées.

SÉRIES D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCES.	TEMPÉRATURE.	NOMBRE DE LITRES PASSÉS.	ACIDE CARBONIQUE dégagé.
N° 1. 95 grammes de rameaux dans une cloche de 6 litres.......	Obscurité.	1 heure.	18° – 17°,5	12,5	53 milligr.
	Obscurité.	1 heure.	17°,5 – 18°	21,5	68 milligr.
N° 2. 40 grammes de rameaux dans un récipient de 300 cent. cubes.	Obscurité.	1 heure.	16° – 15°,5	13	25 milligr.
	Obscurité.	1 heure.	16°,5 – 15°	19	26 milligr.

On voit que 12 litres d'air sont insuffisants pour renou-

veler complètement l'air dans une cloche de 6 litres; car lorsqu'on fait passer 21 litres, on trouve, pour les mêmes conditions, 53 milligrammes d'acide carbonique dégagé dans la première expérience et 68 milligrammes dans la seconde.

Au contraire, si le nombre de litres qu'on a fait passer est supérieur à environ six fois le volume d'air initial qui entoure les végétaux, on peut faire varier le nombre de litres d'air renouvelé dans des limites très étendues, sans changer sensiblement la quantité d'acide carbonique dosée. C'est ce que mettent en évidence les expériences de la série n° 2 (tableau I), où 13 litres dans la première expérience, et 19 litres dans la seconde, ont passé dans un récipient contenant 40 grammes de feuilles placées dans 300 centimètres cubes d'air initial.

Il résulte de ces divers essais que l'on pourra, sans aucun inconvénient, ne pas faire passer rigoureusement le même nombre de litres d'air dans deux expériences successives, si ce nombre dépasse six fois le volume de l'air initial et s'il est renouvelé dans un temps suffisamment court. En tout cas, et surtout pour les expériences où le volume de l'air renouvelé n'est pas de beaucoup supérieur au volume du récipient, il est préférable de *faire passer le même nombre de litres d'air dans le même temps* pour deux expériences comparatives.

2° *Limite des erreurs de mesure.* — Les analyses d'acide carbonique par les liqueurs titrées se font à un milligramme près. Il faut ajouter à l'erreur qu'on commet dans l'analyse la légère erreur faite sur la mesure de la baryte titrée mise dans le tube à absorption, et celle qui provient de l'action de l'acide carbonique de l'air pendant le filtrage.

Pour connaître les limites de cette somme de petites erreurs, il fallait faire quelques expériences de contrôle dans les mêmes conditions; telles sont les suivantes.

TABLEAU II. — **Linum usitatissimum.**

Graines après trois jours de germination à 15 degrés (obscurité, air saturé ; température, 19°,5).

DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	LITRES D'AIR PASSÉS.	ACIDE CARBONIQUE PRODUIT.
30 minutes	8,1	46 milligram.
Intervalle de 40 minutes	»	»
30 minutes	8,1	46 milligram.

Triticum sativum.

Plantes après douze jours de germination à 15 degrés (obscurité, air saturé ; température, 15 degrés).

DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	LITRES D'AIR PASSÉS.	ACIDE CARBONIQUE PRODUIT.
1 heure	14 litres.	28 milligram.
Intervalle de $1^h\ 20^m$	»	»
1 heure	14 litres.	29 milligram.

D'une manière générale, l'erreur relative résultant de la somme des erreurs peut atteindre $\frac{1}{30}$ et n'est généralement pas supérieure à $\frac{1}{50}$.

Lorsqu'on fera agir une influence extérieure, il ne faudra donc tenir compte que des expériences qui donneront pour l'acide carbonique produit des différences supérieures à cette erreur maxima.

III. — Nature des gaz émis ou absorbés pendant la respiration.

Lorsqu'on étudie la respiration des plantes en employant la méthode de l'appareil confiné, on peut, par l'analyse de l'atmosphère, au commencement et à la fin de l'expérience, établir la nature et la proportion des gaz émis ou absorbés pendant le séjour des plantes dans cette atmosphère.

1° *Résultats acquis.* — Tous les auteurs qui ont étudié la respiration des plantes ou des organes sans chlorophylle s'accordent à trouver que les végétaux absorbent de l'oxygène et émettent de l'acide carbonique, mais leurs résultats sont contradictoires lorsqu'il s'agit d'établir l'existence d'échanges gazeux d'une autre nature. Parmi les gaz rencontrés dans la respiration, l'azote est un de ceux qui ont fourni les divergences les plus grandes. Tandis que MM. Boussingault, Fleury, Oudemans et Rauwenhoff affirment que le volume de l'azote reste constant, MM. Dehérain et Landrin (1) constatent, pendant la germination des graines, un dégagement ou une absorption d'azote dont la quantité peut atteindre et même dépasser le volume d'acide carbonique produit dans les mêmes conditions.

On jugera de la valeur de ces résultats par les exemples suivants. Des graines de Lin (*loc. cit.*, T. I, p. 365, n° 8), mises en expérience pendant trois jours, ont absorbé un volume d'azote égal à quatre fois la quantité d'acide carbonique dégagé; tandis que des graines de Blé (*loc. cit.*, T. III, p. 373) ont fourni au contraire, d'après ces auteurs, un dégagement d'azote égal aux $\frac{8}{10}$ de l'acide carbonique exhalé.

D'autre part, M. Lory, dans ses intéressantes recherches sur les Orobanches, constate qu'il y a toujours une très petite quantité d'azote dégagé pendant la respiration de ces plantes.

(1) *Recherches sur la germination* (*Ann. sc. nat.*, 5e série, 1874, t. XIV, p. 358.)

2° *Examen critique des résultats.* — La variation du volume de l'azote trouvée par les observateurs précédents peut s'expliquer par deux causes d'erreur.

La première cause est due à ce que les plantes étudiées sont maintenues longtemps dans une atmosphère confinée ; elles se décomposent alors plus ou moins rapidement, et les gaz mesurés à la fin des expériences proviennent à la fois de la respiration et de la décomposition partielle des végétaux étudiés.

C'est ce qui paraît résulter des expériences de MM. Dehérain et Landrin, car on peut voir (1) que ces auteurs constatent eux-mêmes que, sur dix-neuf expériences, il y en a quinze dans lesquelles la germination n'a pas eu lieu ou dans lesquelles les graines ont pourri. Ajoutons que, dans tous les résultats relatés par ces physiologistes, la durée des expériences n'a pas été moindre que trois jours, et qu'elle a été souvent prolongée pendant douze, quinze, vingt-cinq et même vingt-sept jours. D'ailleurs M. Leclerc (2), ayant repris les expériences de MM. Dehérain et Landrin, a montré qu'il n'y a, pendant la germination, ni dégagement, ni absorption d'azote, et que ce gaz n'apparaît qu'au moment de la décomposition des graines.

La seconde cause d'erreur n'est qu'une erreur de calcul due à l'inégalité de volume entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis, inégalité que l'analyse révèle dans un certain nombre de cas. Dans ces conditions, lorsqu'on détermine la composition centésimale de l'atmosphère à la fin de chaque expérience, le volume de l'azote paraît avoir augmenté, à cause de la contraction produite par l'absorption d'un volume d'oxygène supérieur au volume d'acide carbonique exhalé. L'augmentation apparente de la teneur en azote est d'autant plus grande, que la proportion d'oxygène absorbée est elle-même plus considérable. Ainsi, on verra plus loin que les fleurs de *Robinia*, qui dégagent un volume d'acide carbonique égal

(1) *Loc. cit.*, voy. la colonne intitulée : *Observations*, tableau V, page 387.

(2) *Recherches sur la germination* (*Ann. de chimie et phys.*, 3e série, 1875, t. IV, p. 232).

au volume d'oxygène absorbé, fournissent un volume d'azote constant pendant la durée des expériences, tandis que les Orobanches, qui absorbent un volume d'oxygène un peu supérieur au volume d'acide carbonique, donnent en apparence une légère augmentation d'azote, avec une faible contraction. La petite contraction du volume a été signalée par M. Lory dans ses recherches sur la respiration des Orobanches, et c'est à cette absorption qu'on doit attribuer le faible dégagement d'azote constaté par cet observateur. Enfin les graines en germination, telles que le Lin, le Pois, ou les rhizomes, absorbant beaucoup plus d'oxygène qu'ils ne dégagent d'acide carbonique dans le même temps, augmentent en apparence très sensiblement la proportion d'azote renfermée dans l'atmosphère où ils séjournent. Il en résulte que l'analyse seule ne permet pas de connaître la quantité des gaz émis ou absorbés, et l'on doit s'assurer au préalable que le dégagement d'azote n'existe pas.

3° *Absorption ou dégagement d'azote.* — Nos recherches sur la respiration des tissus sans chlorophylle ayant été faites avec l'appareil confiné, il était indispensable d'éliminer les causes d'erreur que nous venons de signaler.

On a vu plus haut, par la description des appareils, que les plantes soumises à l'expérience y séjournaient pendant un temps très court. L'examen des tableaux de résultats montre que la durée des expériences n'est ordinairement que d'une demi-heure à deux ou trois heures. Dans quelques cas rares, lorsque la température est basse ou quand l'activité de la respiration est extrêmement faible, nous avons prolongé exceptionnellement la durée des expériences pendant quinze ou dix-huit heures.

Lorsque nous nous servions de plantes entières, elles étaient conservées et continuaient à se développer dans les conditions normales à l'air libre ; on pouvait toujours s'assurer, avant de les soumettre de nouveau à l'expérience, qu'elles restaient saines, non envahies par des parasites.

S'il s'agissait d'étudier des portions de plantes, fleurs, rhizomes, feuilles, ces organes étaient rejetés après avoir servi à réaliser des séries d'expériences croisées dont la durée totale n'a jamais dépassé dix heures.

En opérant ainsi, nous sommes parvenus à mesurer la respiration normale des plantes ou des organes choisis comme sujets d'étude, sans avoir à craindre que le phénomène respiratoire ne soit troublé par des végétations de moisissures ou de Bactéries.

Pour éliminer la cause d'erreur due à la contraction du volume gazeux et à l'augmentation apparente du volume d'azote pendant la respiration normale, nous avons réalisé quelques expériences analogues à celles qui ont été décrites dans notre précédent mémoire. Dans ces recherches, nous avons contrôlé les résultats des analyses volumétriques par l'examen des variations de pression pendant le séjour des végétaux dans l'atmosphère.

Nous citerons seulement deux de ces expériences, concernant les graines en germination.

1° **Linum usitatissimum.**

(Graines germant sur un cylindre de plâtre.)

Le poids des graines était de 97 grammes et l'atmosphère gazeuse mesurait 1005 centimètres cubes.

Les graines ont été placées, avec le cylindre de plâtre servant de substratum, dans un manchon hermétiquement clos et communiquant à la fois avec un manomètre, permettant de connaître à chaque instant la pression intérieure, et avec l'appareil à prises d'air.

Les graines ont séjourné pendant $1^h 30^m$ dans l'atmosphère confinée; la température s'est maintenue constante à 17 degrés, et la pression atmosphérique mesurait $753^{mm},70$.

A la fin de l'expérience, le manomètre accusait une diminution égale à

$24^{mm},95.$

D'autre part, la composition de l'air en centièmes était au début :

$$CO^2 = 0,55$$
$$O = 19,36$$
$$Az = 80,09$$

Elle est devenue à la fin :

$$CO^2 = 4,62$$
$$O = 12,59$$
$$Az = 82,79$$

La teneur en azote a donc augmenté.

Si cette augmentation est causée par la contraction de l'atmosphère, la diminution de pression calculée, en supposant l'azote constant, devra donner une quantité égale à la diminution mesurée au moyen du cathétomètre.

Si au contraire la diminution de pression lue et la diminution de pression calculée sont inégales, on devra conclure à l'existence d'un dégagement ou d'une absorption d'azote, dont il restera à déterminer la valeur par de nouvelles expériences.

Or, en supposant le volume de l'azote constant, l'atmosphère aurait dû contenir à la fin de l'expérience :

$$CO^2 = 0,56$$
$$O = 20,00$$

Comme elle renferme :

$$CO^2 = 4,62$$
$$O = 12,59$$

les graines de Lin ont absorbé 7,41 p. 100 d'oxygène et dégagé 4,06 p. 100 d'acide carbonique. La contraction de l'atmosphère est égale à 3,35 p. 100, et, par suite, la diminution de pression due à cette contraction seule serait :

$$\frac{3,35 \times 753,70}{100} = 25^{mm},24.$$

Comme on le voit, cette diminution de pression est sensiblement égale à la diminution de pression, $24^{mm},25$, lue sur le manomètre.

Il n'y a donc ni dégagement ni absorption d'azote.

2° **Pisum sativum.**

Soixante-dix-sept grammes de Pois en germination sont placés dans un volume de $1^{lit.},250$.

Les graines séjournent pendant $3^h 22^m$, à la température de $20^o,5$. La pression barométrique égale $764^{mm},5$.

A la fin de l'expérience, la diminution de pression, lue au moyen du cathétomètre, égale $12^{mm},58$.

La composition centésimale de l'air au début est :

$$CO^2 = 0,20$$
$$O = 20,61$$
$$Az = 79,19$$

A la fin de l'expérience, elle devient :

$$CO^2 = 4,48$$
$$O = 15,08$$
$$Az = 80,44$$

Le volume de l'azote étant supposé constant, l'atmosphère aurait dû contenir :

$$CO^2 = 0,20$$
$$O = 20,92$$

Comme elle renferme :

$$CO^2 = 4,48$$
$$O = 15,08$$

il y a une contraction de 1,56 pour 100, et la diminution de pression correspondante égale 12 millimètres. On voit que cette variation de pression est la même que la diminution de pression, $12^{mm},56$, lue au moyen du cathétomètre.

4° *Conclusion.* — Nous pouvons donc conclure de ces expériences que :

1. *La respiration normale consiste en une absorption d'oxygène et une émission d'acide carbonique.*

2. *Il n'y a dans les tissus sans chlorophylle* (graines en germination, etc.) *aucun dégagement ou absorption d'azote pendant la respiration normale.*

IV. — Influence de la lumière sur l'intensité de la respiration.

L'un des résultats principaux obtenus dans notre premier mémoire est l'influence retardatrice de la lumière sur la respiration des Champignons. Il était très important de chercher si cette action est générale et si les tissus sans chlorophylle des végétaux supérieurs subissent la même influence que ceux des Champignons. Quelques expériences faites sur les graines en germination avaient été données comme fournissant un résultat contraire à ceux que nous avions trouvés pour les Champignons (1) ; il fallait donc observer à ce point de vue la

(1) M. Pauchon a publié un travail sur le rôle de la lumière dans la germination (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. X, p. 81). L'auteur y a entrepris des recherches sur la respiration des graines germant, par la méthode de MM. Wolkoff et Mayer. On peut remarquer que M. Pauchon n'opérait jamais sur les mêmes graines dans les expériences comparatives, et que la température, notée par un thermomètre placé simplement entre les deux appareils, l'un obscur, l'autre éclairé, n'était inscrite que deux fois : 1° au commencement de l'expérience ; 2° à la fin, c'est-à-dire cinq à dix jours plus tard. Des graines restant pendant un si long temps dans un appareil clos ne pouvaient se maintenir en général à l'état normal, et dans toutes les expériences, sauf une seule (expér. 2 du tableau de la page 164), l'auteur constate que les graines n'ont pas germé d'une manière rigoureusement comparable, ou encore sont moisies et en décomposition.

En ne tenant pas compte des expériences où les graines ont été complètement altérées, les expériences de M. Pauchon se réduisent à 15 (12 dans le tableau de la page 164 et 2 dans le tableau de la page 179). Sur ces 15 expériences, il n'y en a que 6, d'après les indications données par l'auteur (p. 178), qui présentent dans les deux appareils un état de développement à peu près comparable (expériences 2, 9, 10 et 11 du premier tableau, et expériences 3 et 4 du second).

Les six expériences où l'on pourrait, à la rigueur, admettre que la comparaison a été établie, ont donné des résultats très différents. Les expériences 2 et 11 du premier tableau et l'expérience 4 du second semblent prouver que la lumière favorise la respiration ; les expériences 9 et 10 semblent prouver que

germination des graines. Les Phanérogames sans chlorophylle, les plantes étiolées, les rhizomes, les racines, les fleurs, devaient être soumis aussi aux mêmes expériences. Ce sont les résultats de ces recherches que nous exposons dans ce chapitre.

En outre, dans notre premier mémoire, nous n'avions pas étudié l'action du soleil direct; nous avons comblé cette lacune en choisissant les rhizomes pour exemples. Nous avons comparé leur respiration à la même température, lorsqu'on les met dans l'obscurité ou qu'on les expose au soleil.

c'est au contraire l'obscurité qui favorise la respiration; enfin l'expérience 3 du second tableau montrerait que la lumière accélère l'absorption d'oxygène et retarde le dégagement d'acide carbonique.

L'intensité de ces actions contradictoires de la lumière serait d'ailleurs souvent considérable. C'est ainsi que dans l'expérience 2, celle que l'auteur regarde comme la meilleure de toutes, l'oxygène absorbé aurait été de $24^{cc},54$ à la lumière et seulement de $12^{cc},57$ à l'obscurité; c'est-à-dire que, dans ce cas, l'action de la lumière aurait doublé l'intensité respiratoire.

Cependant, malgré les résultats opposés qu'il a obtenus, M. Pauchon conclut que la lumière favorise la respiration des graines germant. Il est vrai que l'auteur dit (page 165) : « L'influence accélératrice ne s'arrête pas pendant la nuit; elle continue à se produire à l'obscurité avec une intensité égale, parfois même supérieure. » Ainsi donc la lumière pourrait agir par induction, de telle sorte que la respiration serait accélérée à l'obscurité. Ce serait dire que, dans les conditions naturelles d'alternance de jour et de nuit, l'obscurité favorise la respiration, et que, par suite, la lumière a une action retardatrice; c'est-à-dire, en somme, l'inverse des conclusions du travail.

Il est d'ailleurs regrettable qu'aucune expérience de contrôle ne permette d'apprécier la précision des nombres inscrits sur les tableaux d'expériences. Un exemple permet de montrer qu'aucune des comparaisons faites par l'auteur ne saurait être acceptée. Si en effet on rapproche les résultats des expériences 4 et 6 (page 164) faites sur le *Sinapis alba*, toutes deux à l'obscurité et à la même température pendant le même temps, en voit que 60 graines ont produit $22^{cc},24$ d'acide carbonique, et 40 graines qui, d'après cela, n'auraient dû en dégager que $14^{cc},82$, ont au contraire produit $31^{cc},11$ d'acide carbonique. Ainsi, tandis que les chiffres pourraient faire croire que les expériences sont valables à moins d'un centième de centimètre cube, l'erreur est en ce cas de plus de 16 centimètres cubes sur 31.

Le résultat est encore plus différent si l'on compare entre elles les expériences 9 et 11 faites à l'obscurité, 1 et 4 de la page 179, etc. Autrement dit, il y a souvent plus de variation entre deux expériences faites dans les mêmes conditions qu'entre deux expériences faites dans des conditions différentes.

1° Graines en germination.

On sait que presque toutes les plantes germant effectuent le commencement de leur évolution sans former de chlorophylle. C'est la période germinative proprement dite. On a donc, par l'étude des graines en germination, pendant cette période, de nombreux exemples de tissus sans chlorophylle qui peuvent servir à l'étude de la respiration. Mais, au point de vue de l'influence de la lumière, il faut remarquer que les téguments de la graine sont pendant longtemps un obstacle au passage des rayons lumineux ; au début de la germination, la radicule seule, pour ainsi dire, subit l'influence de la lumière ; puis peu à peu, à mesure que la plantule se développe, elle est plus éclairée, et si la lumière a une influence sur la respiration, cette influence, presque nulle au début, pourra se montrer de plus en plus sensible jusqu'à la fin de la période germinative proprement dite. Il faudra donc rechercher l'action de la lumière en étudiant des graines à divers états de développement.

Rappelons que les expériences comparées faites sur les graines germant ne doivent pas être de longue durée, ainsi que nous l'ont montré des expériences de contrôle (voyez page 299), car les graines se développent souvent avec rapidité, et, toutes conditions égales d'ailleurs, l'intensité du phénomène respiratoire varie avec le temps. Pour faire agir la lumière diffuse sur les graines, on les faisait germer sur un cylindre de plâtre éclairé de tous les côtés, ou, lorsque l'éclairement était unilatéral, sur des plaques placées soit horizontalement, soit verticalement. Lorsque les graines avaient germé dans de l'air humide, on les plaçait simplement sur une plaque de bois dans de l'air saturé pendant la durée de l'expérience. D'autres expériences ont été faites avec des graines cultivées sur du sable pur et effectuant leur développement normal, les racines dans le sable, les parties aériennes encore sans chlorophylle seules exposées à l'action de la lumière.

Enfin les résultats obtenus par la méthode de l'atmosphère confinée ont été vérifiés avec l'appareil à renouvellement d'air continu.

1° *Graines germant sur un cylindre de plâtre.* — La culture des graines sur le plâtre est surtout commode avec les graines oléagineuses, dont la partie extérieure des téguments se gélifie. Il se forme alors un mucilage qui applique les graines sur les parois du cylindre et leur permet de germer sans se recouvrir réciproquement. Par cette disposition, les radicules et les jeunes tigelles germant sont bien exposées à la lumière, qui d'ailleurs, se diffusant en partie sur le plâtre blanc, là où il n'est pas recouvert, vient encore éclairer souvent la face interne des organes en voie de développement. L'appareil était placé dans une salle à nombreuses fenêtres, et, au moyen de réflecteurs de papier blanc, la lumière pouvait venir éclairer tous les côtés du cylindre. Le cylindre de verre renfermant la culture mise en expérience était recouvert d'une étoffe noire lorsqu'on voulait étudier la respiration à l'obscurité; en outre, la salle où se trouvait l'appareil avait toutes ses fenêtres munies de volets fermant hermétiquement.

D'après ce qui vient d'être dit plus haut, les espèces que nous avons choisies pour ces expériences ont été le Cresson alénois (*Lepidium sativum*) et le Lin (*Linum usitatissimum*). Les graines sont trempées vingt-quatre heures dans l'eau; puis, grâce au mucilage produit, on les dispose facilement sur les parois d'un cylindre vertical, où elles germent à l'air libre. On prend le cylindre avec les graines germées, au moment où l'on veut étudier la respiration et on ne le laisse que peu de temps dans l'appareil.

De premières expériences d'essai nous avaient déjà montré (1) que la lumière a une influence retardatrice sur la respiration des graines, pendant la période germinative

(1) Voyez, à ce sujet, *Bull. Soc. bot. de France*, 1883.

proprement dite. C'est ce que montrent les premiers résultats obtenus :

TABLEAU III. — **Lepidium sativum.**

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	TEMPÉRATURE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	ACIDE CARBONIQUE DÉGAGÉ pour 100.
N° 4	Lumière diffuse.	24°	1 heure.	1,5
	Obscurité	24°	1 heure.	1,9
N° 5	Lumière diffuse.	21°,5	1h 10m	2,3
	Obscurité	21°,5	1h 10m	2,8

Linum usitatissimum.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	DURÉE.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	TEMPÉRATURE.	CO^2 DÉGAGÉ pour 100.	O ABSORBÉ pour 100.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 6	1h 2m	Obscurité	16°,5	1,13	3,69	0,30
	1h 2m	Lumière	16°,2	0,97	2,91	0,33
	1h 2m	Obscurité	16°,5	1,77	4,73	0,37

Il résulte déjà de ces premières mesures que la lumière semble retarder la respiration des graines germant, comme elle retarde celle des Champignons ; mais, comme l'action retardatrice n'est pas toujours très intense aux diverses époques de la période germinative, il était nécessaire de confirmer ces résultats par de nombreuses séries d'expériences faites dans des conditions bien déterminées. On peut se rendre compte du résultat de ces recherches en consultant les séries nos 7, 8, 10 des tableaux IV et V.

TABLEAU IV. — **Cresson alénois** (*Lepidium sativum*), 3 mai 1884.

Graines germant sur un cylindre de plâtre, mises en expérience après deux jours de germination. Lorsque les expériences ont commencé, la racine avait 5 millimètres de longueur et la région pilifère n'était pas encore développée ; à la fin des expériences, la racine a un centimètre et les poils sont tous développés, dans quelques graines les cotylédons sont épanouis.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 7.......	Obscurité	1h53m	17°	Début.	741,0	741,0	587,5	0,00	20,71	79,29	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 21,47$	2,14	5,88	0,36
			16°	Fin...	747,0	731,0	614,5	2,14	15,59	82,27	Elle contient : $CO^2 = 2,14$ $O = 15,59$			
	Lumière......	1h53m	16°	Début.	778,5	775,0	616,5	0,45	20,35	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,45$ $O = 21,10$	2,01	5,73	0,35
			16°	Fin...	709,0	692,0	583,0	2,46	15,37	82,17	Elle contient : $CO^2 = 2,46$ $O = 15,37$			
	Obscurité.....	1h53m	16°	Début.	744,5	738,5	592,0	0,80	19,67	79,53	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,80$ $O = 20,45$	2,23	6,24	0,35
			16°	Fin...	724,5	702,5	599,5	3,03	14,21	82,76	Elle contient : $CO^2 = 3,03$ $O = 14,21$			

NOTA. — Toutes ces expériences ont été faites dans de l'air saturé d'humidité.

TABLEAU IV (suite). — **Cresson alénois** (*Lepidium sativum*), 5 mai 1884.

Graines germant sur du plâtre, examinées après quatre jours de germination. — Les racines ont 2 centimètres et demi de longueur, la région pilifère est très développée, les cotylédons commencent à s'épanouir (expériences faites dans l'air saturé).

SERIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 8.......	Obscurité.....	1h	15°,5	Début.	762,5	762,5	600,0	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ O = 21.56	2,65	6,35	0,41
			14°,5	Fin...	736,0	716,5	604,5	2,65	15,21	82,14	Elle renferme : $CO^2 = 2,65$ O = 15,21			
	Lumière......	1h 6m	14°,5	Début.	780,5	773,5	619	0,89	19,79	79,32	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,89$ O = 20,58	2,43 *	6,46 **	0, 37
			15°	Fin...	782,5	756,5	646	3,32	14,12	82,56	Elle renferme : $CO^2 = 3,32$ O = 14,12			
	Obscurité.....	1h	15°	Début.	735	729	583	0,81	19,86	79,33	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,81$ O = 20,65	2,87	6,87	0,41
			15°	Fin...	732	734,5	629	3,67	13,78	82,55	Elle renferme : CO = 3,67 O = 13,78			

* En ramenant à la durée de 1 heure, on aurait 2,19. — ** En ramenant à la durée de 1 heure, on aura t 5,82.

TABLEAU V. — **Linum usitatissimum.**

Graines germant sur un cylindre de plâtre. Racines principales de 5 millimètres de longueur en moyenne.
(Expériences faites dans l'air saturé.)

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 9.......	Lumière diffuse.	1h 10m	14°	Début..	714,0	709,5	568,0	0,71	20,09	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}71$ $O = 21{,}47$	3,84	10,67	0,35
			15°,5	Fin....	768,0	733,0	650,0	4,55	10,80	84,65	Elle contient : $CO^2 = 4{,}55$ $O = 10{,}80$			
N° 10......	Obscurité	1h 40m	18°	Début..	765,0	765,0	606,0	0,00	20,78	79,22	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}00$ $O = 21{,}23$	1,15	3,35	0,34
			18°	Fin....	783,0	774,0	634,0	1,15	17,89	80,96	Elle contient : $CO^2 = 1{,}15$ $O = 17{,}89$			
	Lumière diffuse.	0h 30m	18°	Début..	774,0	767,5	612,5	0,84	20,02	79,14	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}85$ $O = 20{,}42$	1,01	3,43	0,30
			18°	Fin....	776,0	761,5	631,0	1,87	16,95	81,18	Elle contient : $CO^2 = 1{,}87$ $O = 16{,}95$			
	Obscurité	0h 30m	17°	Début..	772,0	767,0	611,5	0,54	20,44	79,22	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}64$ $O = 20{,}57$	1,32	3,44	0,37
			18°	Fin....	712,0	698,0	574,5	1,96	17,13	80,91	Elle contient : $CO^2 = 1{,}96$ $O = 17{,}13$			

On peut constater par ces résultats, où les expériences à la lumière diffuse ont été ordinairement intercalées entre deux expériences à l'obscurité, que toujours la lumière retarde l'intensité de la respiration.

Cette action retardatrice sur les graines germant n'est pas très considérable; elle varie de moins de 1 dixième à 2 dixièmes environ du volume de gaz produit ou absorbé, rapport de beaucoup supérieur, comme on l'a vu (p. 302), à l'erreur maxima d'une expérience de contrôle. Nous avons vu qu'il était facile de comprendre comment l'influence ne peut être grande, surtout dès le début de la germination, alors que la presque totalité des tissus respirant sont encore protégés contre l'action de la lumière par les téguments peu transparents et composés de cellules mortes. Comme l'action de la lumière est ici moins considérable que lorsqu'il s'agit de plantes adultes sans chlorophylle, c'est ce qui doit obliger à des expériences répétées.

Cette action retardatrice, assez faible dans ces conditions, n'a pas été aperçue par M. Pauchon (1). On s'explique facilement, d'ailleurs, les résultats contradictoires qu'a obtenus cet auteur. Dans les expériences qu'il cite, les graines restaient très longtemps dans l'appareil (et souvent moisissaient), on ne comparait pas les mêmes individus, la température n'était pas déterminée d'une manière rigoureuse, et les expériences n'étaient jamais croisées. En de telles conditions, les limites d'erreurs, qui d'ailleurs n'ont pas été évaluées dans des expériences de contrôle, devaient être supérieures aux variations à mesurer. La conclusion du travail de M. Pauchon est donc à retourner. La lumière n'a pas une action accélératrice importante sur la respiration des graines en germination ; au contraire elle a une faible action retardatrice. C'est ce qui ressort encore clairement des autres séries d'expériences suivantes.

Quant aux variations dans la valeur de l'action retardatrice,

(1) *Loc. cit.*

elles tiennent à ce que la lumière diffuse était, suivant les cas, plus ou moins intense.

2° *Graines sans substratum, germant aans l'air humide.* — Pour les expériences qui ont été faites avec les graines de Fève et de Lupin, surtout lorsqu'il s'agissait de plantules au début de leur germination, nous avons employé le simple dispositif suivant : les graines ayant germé dans l'air humide étaient placées, pendant la courte durée de l'expérience, dans un récipient plat de verre, sur un plateau de bois clair, et disposées de telle sorte que les graines ne se recouvrent pas les unes les autres. On pouvait ainsi peser les graines sur lesquelles on opérait et jauger le volume d'air dans lequel on les laissait pendant quelque temps.

Dans de semblables conditions, la lumière diffuse venait frapper toutes les graines du même côté, les éclairant aussi par réflexion sur le support de bois blanc.

On trouvera, en consultant les séries d'expériences 11, 12, 13, 14, 15 des tableaux VI et VII, les résultats des mesures faites à l'obscurité et à la lumière diffuse, toutes les autres conditions étant égales.

TABLEAU VI. — **Lupin** (*Lupinus luteus*). Graines germant dans de l'air saturé.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 11. Graines au début de la germination. 28 février.	Lumière diffuse.	2 h.	18°,5	Début.	752,0	745,0	602,0	0,93	19,01	80,06	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,95$ $O = 19,40$	3,00	5,12	0,58
			18°	Fin...	748,5	719,0	614,0	3,94	14,28	81,78	Elle renferme : $CO^2 = 3,94$ $O = 14,28$			
	Obscurité......	2 h.	17°,5	Début.	750,5	745,0	598,0	0,73	19,58	79,69	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,75$ $O = 20,26$	3,85	7,26	0,53
			17°	Fin...	727,0	693,6	598,0	4,60	13,00	82,40	Elle renferme : $CO^2 = 4,60$ $O = 13,00$			

TABLEAU VI (suite). — **Lupin** (*Lupinus lutcus*).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSE. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 12. Les mêmes graines à un état plus avancé. 29 février.	Obscurité......	2h20m	17°,5	Début.	752,0	742,0	601,0	1,33	18,75	79,92	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 1,38$ $O = 19,50$	2,79	6,67	0,42
			18°	Fin...	779,0	745,0	645,5	4,17	12,83	83,00	Elle renferme : $CO^2 = 4,17$, $O = 12,83$			
	Lumière diffuse.	2h20m	18°	Début.	735,0	725,0	591,0	1,36	18,23	80,41	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 1,40$ $O = 18,73$	2,46	5,31	0,64
			18°	Fin...	737,5	709,0	610,0	3,86	13,42	82,72	Elle renferme : $CO^2 = 3,86$ $O = 13,42$			

TABLEAU VII. — **Fève** (*Faba vulgaris*).

Graines en germination dans l'air saturé.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 13. 1er mars. Graines au début de la germination. La racine commence à sortir; elle a une longueur de 4 à 5 millim.	Lumière.......	1h24m	15°	Début.	732,0	728,0	583,0	0,54	19,80	79,66	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir :			
			17°								$CO^2 = 0,54$ $O = 19,93$	3,48	4,17	0,83
			16°,5	Fin...	747,0	717,0	599,0	4,02	15,76	80,22	Elle renferme : $CO^2 = 4,02$ $O = 15,76$			
	Obscurité.....	1h24m	15°,5	Début.	751,0	745,0	601,0	0,80	19,17	80,03	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,80$ $O = 19,30$	4,07	4,66	0,87
			15°	Fin...	749,5	713,0	603,5	4,87	14,64	80,49	Elle renferme : $CO^2 = 4,87$ $O = 14,64$			

TABLEAU VII (suite). — **Fève** (*Faba vulgaris*). Graines en germination dans l'air saturé.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
Nº 14. 4 mars. Les mêmes graines à un état plus avancé. La racine a une longueur de 5 centimèt., la tigelle est à peine visible.	Obscurité......	1 h.	19°	Début.	746,0	743,0	592,5	0,40	20,17	79,43	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,40$ $O = 20,51$	2,04	3,74	0,54
			19°	Fin...	754,0	735,5	609,0	2,44	16,77	80,79	Elle renferme : $CO^2 = 2,44$ $O = 16,77$			
	Lumière.......	1 h.	19°	Début.	770,5	766,5	613,0	0,53	19,92	79,55	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,53$ $O = 20,17$	1,81	3,12	0,58
			19°	Fin...	724,0	707,0	583,5	2,34	17,05	80,61	Elle renferme : $CO^2 = 2,34$ $O = 17,05$			
	Obscurité......	1 h.	19°	Début.	765,0	751,5	604,0	1,76	19,20	79,04	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 1,76$ $O = 19,56$	2,03	3,94	0,51
			19°,5											
			19°	Fin...	765,0	736,0	616,5	3,78	15,62	80,60	Elle renferme : $CO^2 = 3,78$ $O = 15,62$			

TABLEAU VII (suite). — **Fève** (*Faba vulgaris*).

Graines en germination avec racines de 8 à 10 centimètres de longueur et tigelle déjà un peu verdie.
82 grammes dans 350 centimètres cubes d'air.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 15.	Lumière diffuse.	1h30m	17°,5	Début.	753,0	749,5	597,0	0,39	20,26	79,35	$CO^2 = 0,39$ $O = 20,68$	1,14	3,26	0,35
			17°	Fin . . .	757,5	746,0	614,0	1,53	17,42	81,05	$CO^2 = 1,53$ $O = 17,42$			
	Obscurité.	1h30m	17°	Début.	771,5	765,0	613,5	0,84	19,63	79,53	$CO^2 = 0,85$ $O = 20,04$	1,27	3,42	0,37
			17°	Fin . . .	752,0	736,0	609,0	2,12	16,62	81,26	$CO^2 = 2,12$ $O = 16,62$			

NOTA. — Les trois séries d'expériences du tableau VII ont été faites avec des graines ayant germé dans l'air humide, placées au milieu de l'air saturé dans un récipient plat sur une planche de bois.

L'ensemble de ces résultats montre encore très nettement l'influence de la lumière sur la respiration : l'intensité des échanges gazeux est toujours moindre à la lumière qu'à l'obscurité. On peut remarquer que l'intensité de l'action retardatrice a, pour ces espèces, des valeurs comprises à peu près entre les mêmes limites que celles trouvées pour le Cresson alénois ou le Lin, mais cette action est déjà très notable au début de la germination des graines, surtout pour le Lupin, et peut atteindre à ce moment jusqu'à 2 dixièmes; cela tient, sans doute, à la plus grande transparence des téguments chez cette espèce.

3° *Graines germant sur du sable.* — Nous avons aussi fait des mesures analogues aux précédentes en faisant germer des graines sur du sable (voy. tableau VIII); mais en ce cas la tigelle et les cotylédons contenaient déjà un peu de chlorophylle lorsque nous avons fait agir la lumière. On peut remarquer cependant (série n° 16) que, comme le rapport $\frac{CO^2}{O} = 0,7$ n'est pas modifié alors que la lumière agit, c'est que la faible action chlorophyllienne, qui a pu se produire en ce cas, était inférieure aux erreurs de mesure. La série d'expériences doit donc être conservée, et il faut tenir compte des résultats qu'elle donne; ces résultats d'ailleurs, comme on peut le constater en examinant le tableau VIII, sont conformes aux précédents, bien qu'en ce cas tout le système des racines se trouve soustrait à l'influence de la lumière.

TABLEAU VIII. — **Lupin** (*Lupinus luteus*).

Plantes germant, à cotylédons entr'ouverts. Culture sur du sable.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 16..	Obscurité......	2h 8m	16°,5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 20,88$	1,25	1,67	0,72
			17°,5	Fin...	759,5	750,0	04,0	1,25	19,21	79,54	Elle contient : $CO^2 = 1,25$ $O = 19,21$			
	Lumière diffuse.	2h 8m	17°,5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 20,90$	1,13	1,62	0,70
			17°,5	Fin...	748,0	739,5	595,5	1,13	19,28	79,62	Elle contient : $CO^2 = 1,13$ $O = 19,28$			
	Obscurité.....	2h 8m	17°,5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 20,90$	1,26	1,77	0,70
			17°,0	Fin...	750,0	740,5	597,5	1,26	19,13	79,61	Elle contient : $CO^2 = 1,26$ $O = 19,13$			

(Expériences faites dans l'air saturé.)

4° *Vérification par l'appareil à renouvellement d'air continu.* — Tous les résultats qui précèdent ont été obtenus par la méthode de l'atmosphère confinée et en analysant les gaz au moyen de l'appareil précédemment décrit.

Surtout en ce cas, où l'influence n'est pas très considérable, il nous a semblé utile d'opérer avec les graines par la méthode de l'air constamment renouvelé et en employant, pour doser l'acide carbonique, le procédé des liqueurs titrées. Les résultats donnés par cette autre méthode concordent avec les précédents, comme on peut en juger par la série d'expériences suivante :

TABLEAU IX. — **Lin** (*Linum usitatissimum*).

Graines germant sur un cylindre de plâtre, au bout de trois jours de germination, ayant des racines de 1 centimètre et demi, en moyenne : la tigelle sort à peine des téguments.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	NOMBRE DE LITRES PASSÉS.	ACIDE CARBONIQUE dégagé.
N° 17..........	Obscurité.....	0h 30m	19° 20°	8,1	46 milligr.
	Lumière......	0h 30m	20° 20°,5	8,2	41 milligr.
	Obscurité.....	0h 30m	20° 19°,5	8,1	46 milligr.

On voit encore qu'en opérant par une méthode toute différente, on constate une influence retardatrice de la lumière, dont la valeur est supérieure au dixième du poids d'acide carbonique formé.

5° *Conclusion.* — De l'ensemble des recherches qui précèdent nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° *La respiration des graines pendant la période germinative est toujours un peu moins intense à la lumière qu'à l'obscurité.*

2° *La lumière retarde à la fois l'absorption d'oxygène et l'émission d'acide carbonique.* L'action retardatrice de la lumière peut atteindre en certains cas jusqu'à 1/5 du volume de gaz produit ou absorbé.

3° *L'influence de la lumière sur la respiration est moindre au début de la germination qu'au milieu de la période germinative.* Cette action, moindre au début, est surtout très faible pour les graines à téguments épais et transparents.

2° Phanérogames sans chlorophylle.

L'examen des Phanérogames, parasites ou saprophytes, qui sont dépourvus de chlorophylle était tout indiqué comme sujets d'études dans les recherches dont nous nous occupons.

Pour opérer avec ces plantes (*Orobanche*, *Monotropa*, etc.) dont la culture et le maintien en bon état sont, on le sait, très difficiles, nous les avons rapportées avec une très grande quantité de terre renfermant les racines ou l'humus sur lesquels elles s'étaient développées, de manière à ne placer à la lumière que les parties aériennes, ainsi que cela se produit dans les conditions naturelles.

L'influence du substratum et de la respiration des racines sur lesquelles la plante est parasite est une constante au sujet de l'influence de la lumière, parce que ces parties restaient dans l'obscurité. On pouvait d'ailleurs en tenir compte par une expérience de contrôle.

Les séries d'expériences des tableaux X, XI et XII indiquent es résultats obtenus.

1° *Monotropa Hypopitys.* — Le *Monotropa*, que nous avons choisi pour nos premières expériences, est l'un des exemples les plus commodes, car cette plante se maintient en bon état;

elle peut même se développer et continuer à fleurir lorsqu'on l'a prise avec une motte de terre suffisamment grande.

De premiers essais faits avec un pied de *Monotropa* muni de son substratum ont donné les résultats suivants, pour le dégagement de l'acide carbonique à la lumière et à l'obscurité.

Monotropa (air saturé).
(Un plant complet avec son substratum.)

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	CO^2 POUR 100 dégagé.
	Obscurité	2h	17°	1,50
N° 18........	Lumière	2h	17°	1,28
	Obscurité	2h	16°,5	1,47

Ces expériences ont été reprises l'année suivante et complétées par le dosage de l'oxygène absorbé, ce qui a permis de mesurer le rapport $\frac{CO^2}{O}$, dont la constance est, comme nous le verrons plus loin, un contrôle des analyses.

Le tableau X (série n° 19) donne le détail des résultats. On voit que les nombres qui indiquent l'influence retardatrice sont notablement supérieurs à l'erreur maxima de la méthode employée. La lumière diminue l'intensité respiratrice des *Monotropa* en voie de croissance.

2° *Orobanche Epithymum.* — Les résultats acquis avec cette premiere espèce de Phanérogames sans chlorophylle sont confirmés par les expériences que nous avons entreprises sur les Orobanches (tableau XI), où l'on voit aussi une action retardatrice très nette mise en évidence.

TABLEAU X. — **Monotropa** (*Monotropa Hypopitys*), trois pieds, pesant 17 grammes, dans 165 centimètres cubes d'air saturé.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 19.	Obscurité.......	3h 30m	18°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}00$ $O = 20{,}92$	1,67	2,32	0,72
			19°	Fin...	761,0	748,5	607,0	1,67	18,60	79,74	Elle renferme : $CO^2 = 1{,}67$ $O = 18{,}60$			
	Lumière....	3h 30m	19°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}00$ $O = 20{,}88$	1,38	1,82	0,75
			18°	Fin...	758,0	747,5	603,0	1,38	19,06	79,56	Elle renferme : $CO^2 = 1{,}38$ $O = 19{,}06$			
	Obscurité.......	3h 30m	18°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}00$ $O = 20{,}90$	1,50	2,16	0,70
			17°	Fin...	749,0	738,0	797,5	1,50	18,74	79,76	Elle renferme : $CO^2 = 1{,}50$ $O = 18{,}74$			

TABLEAU XI. — **Orobanche** (*Orobanche Epithymum*).

Dix pieds d'Orobanche, avec les racines de Serpolet auxquelles ils étaient adhérents.

(50 grammes dans 610 centimètres cubes d'air.)

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 20.	Obscurité.......	3h	18°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	1,59	1,68	0,94
			18°	Fin...	750,5	738,5	595,0	1,59	19,12	79,29	Elle renferme : $CO^2 = 1,59$ $O = 19,12$			
	Lumière........	3h	18°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	1,22	1,35	0,90
			19°	Fin...	780,0	770,5	619,5	1,22	19,45	79,34	Elle renferme : $CO^2 = 1,21$ $O = 19,45$			
	Obscurité.......	3h	19°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	1,79 *	1,86 *	0,96
			19°	Fin...	745,0	730,5	591,5	1,94	18,79	79,27	Elle renferme : $CO^2 = 1,94$ $O = 18,79$			

* Ces deux nombres sont ramenés à une durée de 3 heures ; mais cette dernière expérience avait duré 3h 1/4, et les nombres obtenus, d'après les chiffres du tableau, étaient, pour ce temps plus long : CO^2 dégagé = 1,94, O absorbé = 2,01.

TABLEAU XII. — **Neottia** (*Neottia Nidus-avis*).

20 mai 1884. — 5 pieds pourvus de leurs racines et pesant 170 grammes sont emprisonnés dans un volume d'air de 1050 centimètres cubes environ (air saturé).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES.			CO^2 pour 100.	O pour 100.	Az pour 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
					Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.							
N° 21......	Obscurité......	$3^h\ 7^m$	14°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 20,80$	1,65	1,79	0,92
			14°	Fin...	754,0	741,5	598,0	1,65	19,03	79,32	Elle renferme : $CO^2 = 1,65$ $O = 19,03$			
	Lumière.......	$3^h\ 7^m$	14°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 20,80$	0,93	0,99	0,94
			14°	Fin...	747,0	740,0	592,0	0,93	19,81	79,26	Elle renferme : $CO^2 = 0,93$ $O = 19,81$			
	Obscurité......	$3^h\ 7^m$	14°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,0$ $O = 20,80$	1,65	1,76	0,94
			14°	Fin...	756,0	743,5	599,5	1,65	19,04	79,31	Elle renferme : $CO^2 = 1,65$ $O = 19,04$			

3° *Neottia Nidus-avis.* — Quoique le *Neottia Nidus-avis*, ainsi que l'a montré M. Wiesner, contienne une faible quantité de chlorophylle, peut-être pourrait-on tirer une conclusion des expériences faites avec cette espèce, car on peut voir que la lumière diffuse peu intense n'a pas modifié le rapport $\frac{CO^2}{O}$. On voit que la lumière diminue d'une manière considérable la quantité d'acide carbonique dégagée et la quantité d'oxygène absorbée. Cela peut tenir à la fois à l'influence retardatrice de la lumière sur la respiration et à une faible action chlorophyllienne.

Nous avons dit (voy. p. 301) que, pour cette espèce, les expériences croisées sont très nécessaires, car, au bout de quelques jours, le *Neottia* se flétrit facilement. Il faut toujours vérifier, par une dernière expérience à l'obscurité, que l'intensité respiratoire a conservé la même valeur.

3° *Conclusion.* — Il résulte des expériences précédentes que :

1° *Les Phanérogames sans chlorophylle respirent moins activement à la lumière qu'à l'obscurité;*

2° *L'action retardatrice sur la respiration des Phanérogames sans chlorophylle a une intensité comparable à celle qui se produit dans la respiration des Champignons.*

3° Rhizomes et racines.

D'autres exemples de tissus sans chlorophylle, chez les plantes vasculaires, peuvent être choisis parmi les rhizomes non développés, tels qu'on les trouve dans le sol avant le printemps; on sait qu'à ce moment la respiration de ces rhizomes est assez active. Pris avec les racines adventives qu'ils portent, puis lavés, les rhizomes étaient placés contre une plaque de bois renfermée dans un vase de verre plat, de telle sorte qu'ils pouvaient être exposés à la lumière.

1° *Lumière diffuse.* — Quelques expériences nous ont d'a-

bord montré que la lumière diffuse retarde la respiration des rhizomes d'une manière très appréciable. Citons les expériences suivantes faites avec la Verge d'or :

Rhizomes de *Solidago Virga-aurea.*

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.
N° 22......	Obscurité......	3h 30m	18°	1,79	3,20
	Lumière diffuse.	3h 30m	19°	1,19	2,69

On constate, quoique la température ait été ici un peu plus élevée à la lumière diffuse qu'à l'obscurité, une action retardatrice d'un sixième.

2° *Lumière solaire directe.* — Mais les expériences les plus importantes que nous avons faites avec les rhizomes sont relatives à l'action de la lumière solaire directe sur la respiration des tissus sans chlorophylle.

Toutes les expériences dont nous avons parlé au sujet de l'action de la lumière, aussi bien dans notre premier mémoire que dans les pages qui précèdent, ont été faites avec la lumière diffuse, ce qui permet de maintenir facilement une température uniforme. Il nous a semblé nécessaire de chercher si l'on ne pourrait mettre en évidence l'influence d'une lumière intense, telle que l'action des rayons solaires arrivant directement sur le tissu sans chlorophylle.

Voici la manière très simple dont nous avons opéré. Les rhizomes sont placés sans se recouvrir les uns les autres de la manière que nous venons d'indiquer, puis on dispose verticalement sur une cuve à mercure le vase de verre plat qui les renferme, et le tout est introduit dans une étuve munie d'une fenêtre de verre, à volet. Le récipient des rhizomes, dans lequel on peut faire passer un courant d'air ou faire une prise

de gaz, est placé devant la fenêtre de l'étuve, puis on fait venir les rayons solaires sur cette fenêtre, de façon qu'ils éclairent le mieux possible les rhizomes. Pendant ce temps, un courant d'air provoqué par un aspirateur lave l'air du récipient.

Lorsque le thermomètre situé au milieu des rhizomes indique une température à peu près constante, on interrompt le courant d'air, on fait une première prise et on laisse l'appareil en expérience au soleil, en notant de temps en temps la température. Au bout d'un temps déterminé, on fait une seconde prise de gaz ; on ferme le volet de la fenêtre de l'étuve, puis on chauffe l'étuve et l'on rétablit un courant d'air à travers le récipient contenant les rhizomes. L'étuve est amenée à une température telle que le thermomètre accuse un degré de moins environ que sous l'action du soleil ; on arrête le courant d'air, on fait une prise de gaz initiale et l'on met en expérience à l'obscurité. On peut alors, en notant de temps en temps les indications du thermomètre intérieur de l'appareil et celle d'un thermomètre placé dans l'étuve, régler le chauffage de façon à maintenir la température des rhizomes presque constante et, par prudence, toujours un peu inférieure à celle qu'avaient les rhizomes lorsqu'ils recevaient les rayons du soleil. Au bout du même temps que dans la première expérience, on fait la seconde prise de gaz.

Dans les deux expériences sucessives, les rhizomes, toujours placés dans l'air saturé, ont donc respiré d'abord éclairés par le soleil, ensuite dans l'obscurité. L'erreur principale à craindre était l'échauffement par les rayons solaires; on la corrige presque complètement en opérant comme nous venons de dire. Et puisque cette cause d'erreur doit altérer les résultats obtenus en sens contraire de la variation produite par la lumière, si l'action retardatrice a lieu, c'est qu'*a fortiori* elle se produirait pour des températures plus rigoureusement égales.

Or, si l'on jette les yeux sur les résultats des expériences faites sur des rhizomes de *Solidago Virga aurea* et d'*Epilo-*

TABLEAU XIII. — ACTION DE LA LUMIÈRE SOLAIRE DIRECTE. — 1° **Verge-d'or** (*Solidago Virga aurea*).

144 grammes de rhizomes avec pousses souterraines à peine développées (Appareil de l'étuve à fenêtre). — Air saturé.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 23......	Soleil..	1h 32m	22°	Début.	754,0	747,0	596,5	0,93	19,96	79,10	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,93$ $O = 20,31$	1,18	3,01	0,40
			22°	Fin...	757,0	741,0	610,0	2,11	17,30	80,59	Elle renferme : $CO^2 = 2,11$ $O = 17,30$			
	Obscurité......	1h 32m	20°	Début.	760,5	757,0	602,0	0,46	20,38	79,16	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,47$ $O = 20,78$	1,63	3,55	0,45
			18°	Fin...	760,0	744,0	613,0	2,10	17,23	80,67	Elle renferme : $CO^2 = 2,10$ $O = 17,23$			
N° 24......	Obscurité......	4h	16°5	Début.	755,0	749,5	592,5	0,72	20,06	79,22	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,73$ $O = 20,46$	1,77	3,80	0,46
				Fin...	759,0	740,0	613,5	2,50	16,66	80,84	Elle renferme : $CO^2 = 2,50$ $O = 16,66$			

TABLEAU XIII (suite). — ACTION DE LA LUMIÈRE SOLAIRE DIRECTE. — 2° **Épilobe** (*Epilobium spicatum*).
Rhizomes avec pousses souterraines très jeunes. — 59 grammes dans 380 centimètres cubes d'air (Appareil de l'étuve à fenêtre).
Air saturé.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	AZ POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 25......	Soleil.........	$1^h 34^m$	26°	Début.	744,0	742,0	593,5	0,20	20,02	79,78	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,20$ $O = 20,08$	1,94	2,30	0,84
			26°	Fin...	745,0	729,0	596,5	2,14	17,78	80,08	Elle renferme : $CO^2 = 2,14$ $O = 17,78$			
	Obscurité......	$1^h 34^m$	25°	Début.	725,0	721,5	576,0	0,48	20,06	79,46	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,48$ $O = 20,11$	2,15	2,40	0,89
			25°	Fin...	739,0	719,8	588,5	2,63	17,72	79,75	Elle renferme : $CO^2 = 2,63$ $O = 17,72$			

bium spicatum (séries 23, 25, tableau XIII), on sera convaincu de l'action retardatrice très intense que produisent les rayons solaires. C'est ainsi que des rhizomes à 19 degrés à l'obscurité ont donné 1,63 pour 100 d'acide carbonique dégagé et seulement 1,18 pour 100 lorsqu'on les a exposés au soleil à une température de 22 degrés qui, sans la lumière, aurait accru l'intensité respiratoire. Dans les mêmes conditions, les rhizomes de *Solidago* ont absorbé 3,01 pour 100 d'oxygène au soleil et 3,55 pour 100 à l'obscurité.

Ces expériences, faites avec la lumière solaire directe, viennent donc encore confirmer l'action générale des radiations lumineuses sur la respiration.

3° *Conclusion.* — Nous pouvons déduire de ce qui précède : *La lumière solaire directe et la lumière diffuse diminuent l'activité respiratoire des rhizomes*, toutes les autres conditions étant égales.

4° Plantes étiolées.

On sait que la plupart des plantes qui croissent à l'obscurité ne forment pas de chlorophylle dans leurs tissus. Lorsqu'on expose ces plantes à la lumière diffuse, la chlorophylle ne s'y produit pas instantanément et pendant un temps déterminé, variable suivant les espèces, on peut les soumettre à l'action alternative de la lumière et de l'obscurité.

Si d'ailleurs on objectait qu'une action chlorophyllienne peut alors se produire déjà pendant ce temps très court, sans qu'on ait réussi à mettre la chorophylle en évidence, notre méthode d'expérimentation permet de s'assurer que l'action chlorophyllienne, si elle existe, est insensible, c'est-à-dire qu'elle produirait une erreur inférieure à celle d'une expérience de contrôle. En effet, pour les plantes étudiées, le rapport $\frac{CO}{O}$, toujours plus petit que l'unité, est demeuré constant ; c'est donc, comme nous le verrons plus loin (p. 356), que l'action chlorophyllienne n'a pas été sensible, qu'il y ait ou non dans la

plante une petite quantité de chlorophylle difficile à mettre en évidence.

Les cultures de plantes étiolées ont été faites en faisant germer des graines sur des pots à fleurs renfermant du sable pur, dans une grande caisse hermétiquement fermée. Toute culture altérée, ou présentant des traces de parasites, était rejetée.

Le pot de sable portant les plantes étiolées était placé sous la cloche à atmosphère confinée ou sous celle de l'appareil à renouvellement d'air continu.

1° *Méthode de l'atmosphère confinée.* — Nous avons opéré avec le Ricin (*Ricinus communis*) et le Cresson alénois (*Lepidium sativum*), déjà cultivés dans la caisse obscure depuis plusieurs semaines.

Les résultats des expériences faites sont relatés dans le tableau XIV (séries 26 et 27), où toutes les expériences ont été opérées dans l'air saturé d'humidité.

On voit que l'influence retardatrice sur la respiration des plantes étiolées, quoique peu considérable, est déjà mise en évidence par ces recherches, et il nous est difficile de nous expliquer comment on a pu trouver, même avec des plantes déjà verdies, que la lumière accroît la respiration (1). Il est à supposer que dans ces expériences, faites à un autre point de vue, on ne s'était pas attaché à maintenir toujours une température constante. Dans nos expériences, par exemple dans celles de la série n° 27, si les températures diffèrent un peu à la lumière et à l'obscurité, c'est toujours en sens contraire de la variation trouvée, ce qui ne fait que diminuer un peu l'action retardatrice mesurée.

2° *Méthode de l'air constamment renouvelé.* — Les résultats ont été vérifiés par la méthode du renouvellement d'air continu, avec analyses de l'acide carbonique au moyen des liqueurs titrées. Nous avons opéré avec le Blé étiolé, le Lin

(1) Morot, *Ann. scienc. nat.*, 3e série, 1850, t. III, p. 206.

TABLEAU XIV. — RESPIRATION DES PLANTES ÉTIOLÉES.

1° **Ricin** (*Ricinus communis*).

Plantules étiolées. — Les cotylédons sont en partie épanouis et colorés en jaune. Les tigelles ont 5 à 10 centimètres de longueur. — Culture sur sable.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES.			CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
					Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.							
N° 26.	Obscurité..	1h30′	21°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir: $CO^2 = 0,00$ $O = 21,00$ Elle renferme : $CO^2 = 2,09$ $O = 17,88$	2,09	3,12	0,67
			21°,5	Fin...	742,0	725,5	593,0	2,09	17,88	80,03				
	Lumière diffuse....	1h30′	21°,5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 21,05$ Elle renferme : $CO^2 = 1,80$ $O = 18,05$	1,80	3,00	0,60
			21°	Fin...	748,5	735,0	600,0	1,80	18,05	80,15				

TABLEAU XIV (suite). — RESPIRATION DES PLANTES ÉTIOLÉES.

2° **Cresson alénois** (*Lepidium sativum*).

Plantules étiolées cultivées sur du sable. — Les tigelles ont de 4 à 5 centimètres de longueur et les cotylédons sont épanouis.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 27.	Lumière diffuse...	1h54′	16°	Début.	759,5	759,5	601,0	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ O = 20,82	0,82	0,99	0,82
			16°	Fin...	726,0	720,0	576,0	0,82	19,83	79,35	Elle renferme : $CO^2 = 0,82$ O = 19,83			
	Obscurité..	1h45′	15°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ O = 20,81	0,92	1,05	0,87
			14°,5	Fin...	756,5	749,5	600,0	0,92	19,76	79,32	Elle renferme : $CO^2 = 0,92$ O = 19,76			

étiolé et le Ricin étiolé. Cette dernière espèce étant celle qui a donné pour la lumière l'influence retardatrice la moins élevée, il était utile de contrôler par cette méthode le résultat obtenu. On peut s'assurer, en comparant la série d'expériences n° 26 (méthode de l'atmosphère confinée) et la série d'expériences n° 30 (méthode de l'air renouvelé), que pour des lumières diffuses à peu près égales l'influence retardatrice déterminée par les deux méthodes a été sensiblement la même, 1/30 environ du volume d'acide carbonique dégagé.

Pour le Blé étiolé et le Lin étiolé, l'influence retardatrice est beaucoup plus forte, comme le montrent les séries d'expériences n° 28 et n° 29 (tableau XV).

3° *Conclusion.* — Les résultats obtenus par deux méthodes différentes permettent de conclure que *la lumière retarde l'intensité de la respiration des plantes étiolées*, pendant la période où leurs tissus restent encore sans chlorophylle. Cette action retardatrice est d'une intensité assez faible; dans la plupart des cas, on peut l'évaluer à environ 1/10 du volume de gaz produit.

5° Bourgeons.

On a vu plus haut que la lumière n'a presque pas d'influence sur les graines à tégument épais et peu transparent, au commencement de la germination. On pouvait se demander s'il en est de même pour les bourgeons non épanouis, alors que les jeunes feuilles sont encore complètement protégées par les écailles opaques qui les recouvrent.

En expérimentant avec des bourgeons non encore ouverts du Marronnier d'Inde, nous avons constaté que, dans ces conditions, la lumière n'a aucune influence nuisible sur la respiration, ce qui tient simplement à ce qu'elle ne pénètre pas jusqu'aux cellules vivantes.

Lorsque les bourgeons sont un peu entr'ouverts, la lumière peut atteindre les feuilles naissantes, mais alors la chlo-

TABLEAU XV. — Respiration des plantes étiolées. — Méthode du renouvellement d'air continu.

Cultures sur du sable de plantes ayant germé pendant vingt-cinq jours à l'obscurité à 15 degrés.

Séries d'expériences.	Espèces étudiées.	Conditions d'éclairement.	Durée.	Température.	Volume d'air passé, en litres.	Acide carbonique dégagé.
N° 28.	**Blé** (*Triticum sativum*)...	Obscurité...	1h	15°,5 – 16°	14l	28 milligr.
		Lumière....	1h	16° – 16°	14l	21 milligr.
		Obscurité...	1h	16° – 15°,5	14l	29 milligr.
N° 29.	**Lin** (*Linum usitatissimum*).	Obscurité...	1h	15° – 14°	17l,5	21 milligr.
		Lumière....	1h	14° – 15°	17l,5	16 milligr.
		Obscurité...	1h	15° – 15°,5	19l	22 milligr.
N° 30.	**Ricin** (*Ricinus communis*)..	Lumière....	1h	24°,5	13l	33 milligr.
		Obscurité...	1h	24°,5	13l	37 milligr.

rophylle y est trop abondante déjà pour qu'on puisse en conclure que le retard de la respiration sur l'influence des radiations lumineuses n'est pas simplement dû à l'action chlorophyllienne.

Les séries d'expériences suivantes faites par la méthode du renouvellement d'air continu montrent que la lumière n'a pas d'influence sur les bourgeons non encore ouverts, protégés par d'épaisses écailles opaques.

TABLEAU XVI. — **Marronnier d'Inde** (*Æsculus Hippocastanum*).
Bourgeons non ouverts (méthode du renouvellement d'air continu).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	VOLUME D'AIR PASSÉ, EN LITRES.	ACIDE CARBONIQUE dégagé.
N° 31..	Lumière	$0^h 30^m$	32° 39°	$5^l,45$	75 milligrammes.
	Obscurité	$0^h 30^m$	32° 35°	$5^l,55$	74 milligrammes.
N° 32..	Lumière	$0^h 30^m$	28° 27°,5	$6^l,10$	39 milligrammes.
	Obscurité	$0^h 30^m$	27° 28°	$6^l,10$	39 milligrammes.

Ainsi ni les bourgeons fermés, ni les bourgeons déjà ouverts ne pourront être choisis comme sujets d'études lorsqu'il s'agit de l'influence de la lumière sur la respiration, les premiers parce que la lumière n'y pénètre pas, les seconds parce que la chlorophylle s'y forme trop rapidement.

6° Fleurs.

Dans beaucoup de cas la presque totalité des organes qui forment les fleurs est complètement dépourvue de chlorophylle ou, dans certains cas même, des inflorescences très jeunes ont toutes leurs parties formées de tissus sans chlorophylle. Nous avons donc pu faire quelques essais avec certaines fleurs, au sujet de l'influence de la lumière sur leur respiration.

1° *Arum*. — Nous avons d'abord pris pour exemple de très jeunes inflorescences d'*Arum maculatum*, alors qu'elles n'ont comme longueur totale que 3 à 4 centimètres. Les tissus qui les composent sont encore sans chlorophylle et peuvent être exposés à la lumière pendant un temps assez long sans que la chlorophylle s'y forme. Voici les résultats obtenus :

Pied-de-Veau (*Arum maculatum*).
Très jeunes inflorescences de 3 à 4 centimètres de longueur, sans chlorophylle.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	CO^2 POUR 100 DÉGAGÉ.
N° 33........	Obscurité......	1h	17° 16°	2,21
	Lumière......	1h	17°,5 18°	1,45

La lumière a une action retardatrice importante.

2° *Hyacinthus*. — Les fleurs de *Hyacinthus orientalis* développées, y compris l'ovaire, ne contiennent pas une quantité sensible de chlorophylle. Nous avons opéré en fixant par la

base, dans du sable humide, des grappes de Jacinthes qui venaient d'être cueillies; après avoir fait agir successivement l'obscurité et la lumière nous avons fait une expérience de contrôle à l'obscurité, puis une seconde à la lumière dans l'atmosphère viciée, avec les pédoncules seuls dont on avait détaché les fleurs. On pouvait ainsi constater que l'action chlorophyllienne des tissus verts des pédoncules n'avait pas une influence appréciable sur le résultat obtenu.

Le tableau XVII montre que, cette correction faite, l'action retardatrice de la lumière sur l'intensité respiratoire des tissus sans chlorophylle des fleurs est encore mise en évidence.

3° *Robinia pseudo-Acacia.* — En opérant de même avec les fleurs du Robinier faux-Acacia, on peut montrer encore l'influence retardatrice de la lumière sur la respiration des fleurs. C'est ce que fait voir l'ensemble des résultats inscrits sur le tableau XVIII.

4° *Conclusion.* — De ces diverses expériences on peut conclure que *la lumière retarde l'activité respiratoire des tissus sans chlorophylle des fleurs.*

7° Résultat général.

De l'ensemble de toutes ces recherches, il résulte que les radiations obscures ou lumineuses n'agissent pas de la même manière sur la respiration des tissus sans chlorophylle. Les tissus des graines germant, des racines, des rhizomes, des plantes étiolées, des fleurs ou des Phanérogames parasites absorbent moins d'oxygène et dégagent moins d'acide carbonique à la lumière qu'à l'obscurité. Ainsi se trouve généralisée l'influence retardatrice des radiations lumineuses que nous avions d'abord mise en évidence dans nos études physiologiques sur les Champignons.

Suivant que la lumière solaire est directe ou diffusée, suivant que la lumière diffuse est plus ou moins intense, l'action

TABLEAU XVII. — **Fleurs de Jacinthe** (*Hyacinthus orientalis*).

Grappes venant d'être cueillies, plantées par la base dans du sable humide.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 34......	Obscurité......	2h	21°,5	Début.	750,0	749,0	594,5	0,13	20,60	79,27	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,13$ $O = 20,60$	1,97	1,97	1,00
			20°	Fin...	738,0	722,5	585,0	2,10	18,63	79,27	Elle contient : $CO^2 = 2,10$ $O = 18,63$			
	Lumière......	2h	20°	Début.	683,0	682,0	542,0	0,14	20,50	79,36	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,14$ $O = 20,52$	1,54	1,67	0,93
			21°,5	Fin...	742,5	730,0	590,0	1,68	18,85	79,47	Elle contient : $CO^2 = 1,68$ $O = 18,85$			

TABLEAU XVIII. — **Fleurs de Robinier faux Acacia** (*Robinia pseudo-Acacia*). Grappes venant d'être cueillies. 30 grammes dans 740 centimètres cubes d'air.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 POUR 100 dégagé.	O POUR 100 absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 35.	Obscurité......	1h25m	24°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	3,17	3,12	1,00
			25°	Fin...	678,0	656,5	536,5	3,17	17,68	79,15	Elle renferme : $CO^2 = 3,17$ $O = 17,68$			
	Lumière diffuse.	1h25m	26°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	2,70	2,65	1,00
			27°5	Fin...	721,5	702,0	571,0	2,70	18,15	79,15	Elle renferme : $CO^2 = 2,70$ $O = 18,15$			
	Obscurité......	1h25m	27°5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	3,14	3,08	1,00
			27°5	Fin...	764,5	740,5	605,0	3,14	17,72	79,14	Elle renferme : $CO^2 = 3,14$ $O = 17,72$			

retardatrice est plus ou moins grande. Elle varie aussi avec la nature des tissus sans chlorophylle. L'action retardatrice est nulle pour des bourgeons complètement protégés par des écailles contre l'arrivée des rayons lumineux, à peine sensible pour les graines à téguments peu transparents au début de la germination, plus intense lorsqu'elle se produit sur des plantes étiolées ou encore au milieu de la période germinative ; enfin l'action retardatrice de la lumière est plus grande sur les tissus sans chlorophylle des rhizomes, des fleurs et des plantes parasites.

D'une manière générale, et en y comprenant tous les résultats obtenus dans nos recherches sur les Champignons, on peut énoncer que *la respiration des tissus sans chlorophylle est toujours affaiblie par l'action des radiations lumineuses, toutes les autres conditions étant égales.*

V. — Constance du rapport $\frac{CO^2}{O}$ a la lumière et a l'obscurité.

Dans notre premier mémoire, nous avions fait remarquer que le rapport du volume de l'acide carbonique produit au volume d'oxygène absorbé ne semblait pas varier sous l'influence de la lumière, mais nous avions réservé cette question, nos déterminations de ce rapport dans des conditions différentes n'étant pas assez nombreuses. C'est pourquoi nous nous sommes attaché à la détermination précise de ce rapport dans presque toutes les séries d'expériences relatées dans le présent mémoire. Tandis que dans l'étude des Champignons nous avions souvent dosé seulement l'acide carbonique dégagé ou seulement l'oxygène absorbé, nous avons presque toujours effectué les deux analyses à la fois, dans l'étude des tissus sans chlorophylle.

1° *Résultats.* — De nombreuses analyses, faites pour dix-huit séries d'expériences différentes, ont confirmé de la ma-

TABLEAU XIX. — CONSTANCE DU RAPPORT $\frac{CO^2}{O}$.

Neottia (*Neottia Nidus avis*). Pieds complets, pesant 46 grammes dans 460 centimètres cubes d'air (air saturé).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS D'ÉCLAIREMENT.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES.			CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 POUR 100 dégagé.	O POUR 100 absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$
					Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.							
N° 36.	Obscurité.....	3h30m	24°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurai dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,84$ Elle contient : $CO^2 = 2,68$ $O = 17,92$	2,68	2,92	0,92
			25°	Fin...	745,0	725,0	591,5	2,68	17,92	79,40				
N° 37.	Lumière diffuse et soleil.	3h30m	26° 32° 35° 35°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,84$ Elle contient : $CO^2 = 4,16$ $O = 16,53$	4,16	,31	0,94
			30°	Fin...	744,0	713,0	590,5	4,16	16,53	79,31				

nière la plus nette les résultats obtenus. On peut s'en assurer en consultant les tableaux II à XIX, où dans la dernière colonne de droite se trouvent inscrites les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec deux décimales, et en se rappelant que, d'après les expériences de contrôle (voyez p. 302), la méthode ne donne avec sécurité le rapport qu'à cinq centièmes près environ. Il faut aussi, bien entendu, ne comparer que les rapports d'une même série d'expériences, où l'on a toujours opéré avec les *mêmes individus*, car on verra plus loin que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ varie souvent aux divers moments du développement d'un végétal.

Citons quelques résultats :

Graines de *Lepidium sativum* après deux jours de germination.	Obscurité...	$\frac{CO^2}{O} = 0,36$
	Lumière....	$= 0,35$
	Obscurité...	$= 0,35$
		$\frac{CO^2}{O} = 0,35 =$ constante.
Lupinus luteus, après six jours de germination.	Obscurité...	$\frac{CO^2}{O} = 0,72$
	Lumière....	$= 0,70$
	Obscurité...	$= 0,70$
		$\frac{CO^2}{O} = 0,7 =$ constante.
Plants de *Neottia Nidus avis*.	Obscurité...	$\frac{CO^2}{O} = 0,92$
	Lumière....	$= 0,94$
	Obscurité...	$= 0,94$
	Lum. intense	$= 0,92$
	Obscurité...	$= 0,94$
		$\frac{CO^2}{O} = 0,9 =$ constante.
Rhizomes de *Solidago Virga aurea*, à pousses à peine développées.	Obscurité...	$\frac{CO^2}{O} = 0,40$
	Soleil direct.	$= 0,45$
	Obscurité...	$= 0,46$
		$\frac{CO^2}{O} = 0,4 =$ constante.
Fleurs de *Robinia pseudo-Acacia*.	Obscurité...	$\frac{CO^2}{O} = 1,00$
	Lumière....	$= 1,00$
	Obscurité...	$= 1,00$
		$\frac{CO^2}{O} = 1,0 =$ constante.

Les autres séries d'expériences ont donné des résultats analogues.

Ainsi la *diminution de l'absorption de l'oxygène due à la lumière est proportionnelle à la diminution produite sur le dégagement de l'acide carbonique.* Le rapport des volumes de gaz émis et absorbé reste invariable à l'obscurité et à la lumière, quel que soit le degré de l'éclairement.

2° *Applications.* — Indépendamment de l'intérêt qu'elle peut présenter par elle-même, cette loi est importante par les applications qu'on peut en faire à l'étude de la respiration et même à l'étude de l'action chlorophyllienne.

Nous avons déjà vu qu'en certains cas (graines à la fin de la période germinative, *Neottia,* etc.) on pourrait objecter que l'atténuation constatée dans la respiration est due à l'action chlorophyllienne qui aurait pu avoir lieu; or le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est constant quel que soit l'éclairement, et ce rapport s'il est plus petit que l'unité, devrait être modifié par l'action chlorophyllienne si cette dernière était sensible. Comme, dans les expériences citées, le rapport est demeuré constant, c'est que l'action chlorophyllienne était nulle ou insensible, et cette considération nous a permis d'estimer comme valables les résultats de ces quelques séries d'expériences.

Enfin on comprend que, jointe aux deux autres lois de la constance de $\frac{CO^2}{O}$ avec la pression et la température, cette invariabilité du rapport pour les mêmes individus éclairés ou non devra être d'une très grande utilité pour l'étude du phénomène chlorophyllien. Car, par la manière dont le rapport sera troublé chez une plante à chlorophylle, on pourra dans bien des cas se rendre compte de la nature ou de l'intensité de l'action chlorophyllienne, échange gazeux inverse de celui qui nous occupe actuellement.

3° *Conclusion.* — Nous pouvons énoncer aussi ce fait général pour tous les tissus sans chlorophylle :

Pour les mêmes individus du même âge, le rapport $\frac{CO^2}{O}$

du volume d'acide carbonique émis au volume d'oxygène absorbé, dans la respiration, est indépendant de l'éclairement.

VI. — Influence de la température sur la respiration. Constance du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec la température.

1° *Augmentation de la respiration avec la température.* — Il était à peine besoin de vérifier l'augmentation de l'intensité de la respiration avec la température. De nombreuses expériences sur les plantes vertes maintenues à l'obscurité et celles que nous avons faites sur diverses espèces de Champignons montrent suffisamment la régularité de l'augmentation.

Il nous suffira de citer quelques nombres relatifs au *Neottia Nidus avis*, qu'on trouverait en consultant les tableaux XII et XIX.

Les mêmes pieds de *Neottia*, à l'obscurité, dans l'air saturé, pendant $3^h 30^m$, ont dégagé un volume d'acide carbonique égal à :

1,75 à 14 degrés.
2,68 à 24 —
4,16 à 34 —

Dans les mêmes conditions ils ont absorbé un volume d'oxygène égal à :

1,90 à 14 degrés.
2,92 à 24 —
4,31 à 34 —

On peut encore citer les résultats suivants relatifs à l'augmentation de l'oxygène absorbé avec la température :

Sceau de Salomon. — Rhizomes avec commencement de développement des tiges aériennes. 60 gr. dans 460^{cc} d'air.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	O. ABSORBÉ. pour 100.
N° 38.	5^h.	15°	1,90
	1^h30	34°	3,02

On voit par ces nombres, que l'augmentation de l'intensité respiratoire est assez régulière, comme dans tous les autres cas étudiés.

On pourrait vérifier cette augmentation encore dans plusieurs autres cas (voyez le tableau XX, par exemple).

2° *Constance du rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *avec la température.* — Nous avons déjà trouvé dans nos études sur les Champignons que, contrairement aux résultats obtenus par MM. Dehérain et Moissan, qui opéraient sur des feuilles à l'obscurité, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ du volume d'acide carbonique émis au volume d'oxygène absorbé est constant, quelle que soit la température.

On trouvera plus loin dans les *Annales des Sciences naturelles*, la démonstration expérimentale de cette loi en consultant les résultats obtenus dans l'étude de la respiration des feuilles à l'obscurité (1).

Dès maintenant nous pouvons déduire de nos expériences sur les divers tissus à chlorophylle une vérification de cette loi. Citons les exemples suivants :

Fleurs de *Hyacinthus orientalis*.	16°	$\frac{CO^2}{O} = 0,93$
	21°	$= 0,92$
		$\frac{CO^2}{O} = 0,9 =$ constante.
Pieds de *Neottia Nidus avis*.	14°	$\frac{CO^2}{O} = 0,94$
	24°	$= 0,92$
	34°	$= 0,94$
		$\frac{CO^2}{O} = 0,9 =$ constante.
Rhizomes de *Convallaria maialis*.	17°	$\frac{CO^2}{O} = 1,00$
	22°	$= 1,00$
		$\frac{CO^2}{O} = 1,0 =$ constante.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux déjà obtenus dans

(1) G. Bonnier et L. Mangin, *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité* (*Ann. sc. nat.*, t. XIX, 1884).

l'étude des Champignons et de ceux dont nous venons de parler, on aperçoit la liaison étroite qui existe entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis par la respiration aux diverses températures.

Cette constance du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec la température est importante à considérer, car, lorsqu'on voudra comparer simplement les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ aux différentes époques de développement d'une espèce (voy. p. 364), ou lorsqu'on aura à étudier comment ce rapport se modifie chez les plantes à chlorophylle, il ne sera pas nécessaire de maintenir pour les diverses mesures une température constante, puisque le rapport est invariable.

3° *Conclusions.* — On peut ainsi conclure d'une manière générale que :

1° *L'intensité de la respiration des tissus sans chlorophylle augmente régulièrement avec la température.*

2° *La valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé est constante, quelle que soit la température, pour les mêmes individus de la même espèce.*

VII. — Constance du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec la pression.

On sait que M. Godlewski a démontré que, dans des limites très étendues, depuis l'oxygène pur jusqu'à une atmosphère où la proportion d'oxygène est presque nulle, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ dans la respiration des graines est indépendant de la pression de ce gaz (1).

Nous avons confirmé ces résultats dans l'étude de la respiration des Champignons, à la fois par l'analyse des gaz et par les mesures manométriques. Les expériences ainsi faites nous ont montré, en outre, que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ ne dépend pas non plus

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenathmung* (*Pringsheim's Jahrsbücher*, 1882, t. XIII, p, 491).

de la proportion d'acide carbonique qui s'accumule dans une atmosphère confinée, tant que la quantité d'oxygène reste notable.

Nous avons vérifié l'ensemble de ces résultats par nos expériences sur les divers tissus sans chlorophylle.

Citons les nombres suivants qui montrent que pour les mêmes individus, laissés plus ou moins longtemps dans une atmosphère confinée de même volume initial, le rapport $\frac{CO}{O}$ est toujours constant (voyez d'ailleurs les tableaux XX, XXI, etc.).

		CO^2 dégagé.	O absorbé.	
Les mêmes rhizomes de *Convallaria maialis*, restés dans l'appareil pendant :	1h 42m	0,79	0,79	$\frac{CO^2}{O}=1,00$
	2h 25m	1,23	1,27	$=0,97$
	6h 15m	3,98	3,86	$=1,00$
	7h 30m	4,41	4,26	$=1,00$
				$\frac{CO^2}{O}=1,0=$ constante.

Les mêmes rhizomes de *Polygonatum vulgare*, restés dans l'appareil pendant :	15h 40m	$\frac{CO^2}{O}=1,00$
	3h 38m	$=0,98$
	16h 00m	$=1,00$
		$\frac{CO^2}{O}=1,0=$ constante.

Dans les expériences suivantes on a fait varier à la fois la pression et la température :

Les mêmes graines de *Linum usitatissimum*, germant sur un cylindre de plâtre, restées dans l'appareil pendant :	0h 30m à 18°	$\frac{CO^2}{O}=0,30$
	1h 10m à 15°	$=0,34$
		$\frac{CO^2}{O}=0,3=$ constante.
Les mêmes rhizomes de *Solidago Virga aurea*, restés dans l'appareil pendant :	1h 32m à 19°	$\frac{CO^3}{O}=0,45$
	4h 00m à 16°	$=0,46$
		$\frac{CO^2}{O}=0,45=$ constante

La constance du rapport avec la pression est aussi très intéressante à connaître, et il était encore nécessaire ici de la

TABLEAU XX. — CONSTANCE DU RAPPORT $\frac{CO^2}{O}$.

Muguet (*Convallaria maialis*). — Rhizomes avec jeunes pousses. — Air saturé. — Obscurité.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 39.....	213 grammes dans 1840cc d'air.......	7h 30m	16°	Début.	749,0	740,5	590,5	1,13	18,96	79,81	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 1,13$ $O = 18,96$	4,41	4,26	1,00
			19°	Fin...	744,0	702,5	593,0	5,54	14,70	79,74	Elle contient : $CO^2 = 5,54$ $O = 14,70$			
N° 40.....	Idem	6h 15m	16°	Début.	749,5	745,0	605,0	0,60	18,70	80,70	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,60$ $O = 18,70$	3,90	3,86	1,00
			19°	Fin...	754,0	720,0	608,0	4,50	14,85	80,65	Elle contient : $CO^2 = 4,50$ $O = 14,85$			
N° 41.....	Idem	2h 25m	24°	Début.	762,5	757,5	605,5	0,65	19,93	79,42	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,65$ $O = 19,93$	1,23	1,27	0,97
			20°	Fin...	745,0	731,0	592,0	1,88	18,65	79,47	Elle contient : $CO^2 = 1,88$ $O = 18,65$			
N° 42.....	Idem	1h 42m	19°	Début.	764,0	760,5	608,0	0,45	19,96	79,41	A la fin de l'expérience l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,45$ $O = 19.99$	0,7	0,79	1,00
			18°,5	Fin...	726,5	717,5	578,0	1,24	19,20	79,56	Elle contient : $CO^2 = 1,24$ $O = 19,20$			

TABLEAU XXI. — CONSTANCE DU RAPPORT $\frac{CO^2}{O}$.

Sceau-de-Salomon (*Polygonatum vulgare*). — Rhizomes à l'état de vie ralentie. — 14 février 1884.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES.			CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
					Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.							
N° 43......	81 grammes dans 550cc d'air......	3h38m	18°,5	Début.	774,0	768,5	614,5	0,71	19,89	79,40	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,71$ $O = 19,89$	1,36	1,39	0,98
			17°,5	Fin...	748,0	732,5	594,0	2,07	18,50	79,43	Elle renferme : $CO^2 = 2,07$ $O = 18,50$			
N° 44......	Idem........	15h40′	17°,5	Début.	746,0	745,0	597,0	0,13	19,88	79,99	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,13$ $O = 19,88$	3,90	3.90	1,00
			14°,5	Fin...	718,0	689,0	574,0	4,03	16,00	79,96	Elle renferme : $CO^2 = 4,03$ $O = 16,00$			

TABLEAU XXI (suite). — CONSTANCE DU RAPPORT $\frac{CO^2}{O}$.

Sceau-de-Salomon (*Polygonatum vulgare*). — Rhizomes à l'état de vie latente. — 14 février.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 45......	43 grammes dans 550cc d'air......	15h45	17°	Début.	742,0	738,0	588,0	0,53	20,21	79,26	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,53$ $O = 20,21$	4,55	4,92	0,92
			16°	Fin...	765,0	726,0	609,0	5,08	15,29	79,63	Elle renferme : $CO^2 = 5,08$ $O = 15,29$			
N 46	Idem........	16 h	20°	Début.	765,0	759,5	615,0	0,72	18,88	80,40	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,72$ $O = 18,88$	3,96	3,89	1,00
			14°	Fin...	681,0	649,0	547,0	4,68	14,99	80,33	Elle renferme : $CO^2 = 4,68$ $O = 14,99$			

vérifier parce que, cette invariabilité une fois démontrée, ou peut comparer les valeurs de $\frac{CO^2}{O}$ obtenues dans des expériences de durées inégales; il suffit que la dernière analyse indique, par la composition des gaz à la fin de l'expérience, que les plantes étaient toujours dans la période de respiration normale.

Nous pouvons donc conclure, non seulement pour les graines germant, mais d'une manière générale que, dans des limites très étendues :

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ du volume de l'acide carbonique émis au volume d'oxygène absorbé est constant, quelle que soit la pression de l'oxygène ou de l'acide carbonique dans l'atmosphère qui entoure les tissus, pour les mêmes individus. Ce rapport reste également invariable, dans les limites de pression de nos expériences, avec la pression totale du mélange gazeux.

VIII. — Variations de la respiration avec le développement.

1° *Principaux résultats acquis.* — On sait que l'activité de la respiration varie avec l'âge des plantes ou des organes que l'on étudie. Cependant, malgré les recherches de de Saussure (1) qui avait trouvé que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est plus petit que l'unité pendant la germination du *Faba vulgaris* et les expériences de MM. Oudemans et Rauvenhoff (2), on n'avait aucune donnée précise sur les variations de la respiration avec l'âge des plantes.

M. Rischavi (3) a fait connaître il y a quelques années les résultats de ses expériences sur les quantités d'acide carbonique exhalées pendant la germination. Il employait la méthode de l'air à renouvellement continu et mesurait la quantité

(1) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 61.
(2) *Linnœa*, t. XIV, 2e livraison, 1859, p. 213-232.
(3) *Bot. Jahresb.*, 1877, p. 781.

d'acide carbonique émise au moyen de liqueurs titrées de baryte.

Parmi les résultats intéressants publiés par ce physiologiste, nous signalerons seulement les variations observées dans la quantité d'acide carbonique dégagée aux différents instants de la germination. Ainsi pour le Blé, M. Rischavi a trouvé que quarante grains, à la température de 21°,5 dégagent, au début de la germination, 13^{mmg},86 d'acide carbonique; cette quantité augmente peu à peu jusqu'à un maximum de 50^{mmg},16, qui est atteint dix jours après la germination, puis diminue ensuite graduellement jusqu'à la fin de la période germinative où elle égale 15 à 18 milligrammes. Les graines de Fève ont fourni des résultats différents : la quantité d'acide carbonique paraît être restée constante pendant toute la durée de la germination, mais comme la température a oscillé entre 18 et 23 degrés et que, d'autre part, la période germinative des graines de Fève est relativement longue, on ne peut considérer comme absolument définitifs les résultats fournis par M. Rischavi pour cette espèce.

Les résultats publiés récemment par M. Godlewski (1) dans un important mémoire, sont plus complets.

M. Godlewski a étudié la respiration à l'aide de la méthode déjà employée par MM. Wolkoff et Mayer. Cette méthode consiste à placer les organes ou les plantes dans une atmosphère confinée renfermant une dissolution de potasse. L'acide carbonique émis pendant la respiration étant absorbé au fur et à mesure de sa production, l'atmosphère gazeuse diminue régulièrement de volume par suite de l'absorption d'oxygène. Cette diminution de volume est calculée au moyen des variations de pression.

Quand les plantes ont séjourné pendant un certain temps dans l'appareil, on évalue séparément le volume d'oxygène absorbé, au moyen du cathétomètre et le volume d'acide car-

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Pflantzenathmung* (*Jahrb f. wissenschaft. Botanik*, 1882, p. 491).

bonique émis par la respiration, en dosant le carbonate de potasse à l'état de carbonate de baryte, au moyen du chlorure de baryum.

Les résultats publiés par M. Godlewski concernent la respiration des graines pendant la germination, c'est-à-dire au moment de la consommation des réserves, et la respiration des fruits pendant la maturation, c'est-à-dire au moment où se forment les réserves que la graine doit dépenser.

L'examen des graines oléagineuses en voie de germination (*Raphanus sativus*, *Cannabis sativa*, *Linum usitatissimum*, *Medicago sativa*) a montré à M. Godlewski qu'au début de la période germinative, les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique émis sont égaux, puis quand la racine apparaît, la quantité d'oxygène absorbée surpasse le volume d'acide carbonique émis. Dans la période de plus grand accroissement et de plus grande activité respiratoire, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est compris entre 0,55 et 0,65. Plus tard, pendant la période plus avancée de la germination, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ grandit et redevient bientôt sensiblement égal à l'unité.

Voici un exemple des résultats obtenus par cet auteur avec le Lin : cent graines de Lin placées le 11 mars dans l'appareil ont été suivies pendant onze jours consécutifs, ont donné pour la valeur de $\frac{CO^2}{O}$ les nombres suivants :

	$\frac{CO^2}{O}$ (D'après M. Godlewski
11 mars	0,95
13 —	0,62
14 —	0,55
15 —	0,63
16 —	0,58
17 —	0,63
18 —	0,69
19 —	0,75
20 —	0,96

Dans la germination des graines amylacées (Blé, Pois) le rapport $\frac{CO^2}{O}$ serait, au contraire, d'après M. Godlewski, sensible-

ment constant et égal à l'unité pendant toute la durée de la germination, sauf pour le premier jour.

Ainsi, dans presque toutes les expériences relatées pour le Blé, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ égale environ 1,05, sauf pendant les deux ou trois premiers jours, où il égale 0,85 ou 0,91.

Ces recherches ont été entreprises sur des graines séjournant dans un récipient fermé où la quantité d'oxygène diminue graduellement. Comme on pouvait objecter à l'auteur que la diminution de pression de l'oxygène trouble le phénomène respiratoire, M. Godlewski (1) a repris ses expériences avec un appareil ingénieux qui permet, à chaque instant, de restituer à l'atmosphère confinée, l'oxygène consommé par les végétaux en expérience, de sorte que ceux-ci se trouvent placés dans une atmosphère dont la composition est toujours la même que celle de l'air ambiant. A l'aide de ce dispositif, M. Godlewski a trouvé des résultats qui concordent entièrement avec ceux qu'il avait obtenus par l'emploi de l'appareil de MM. Wolkoff et Mayer.

En résumé, d'après M. Godlewski, les graines en germination formeraient au point de vue physiologique deux catégories. L'une, comprenant les graines oléagineuses, serait caractérisée d'abord par la variabilité du rapport $\frac{CO^2}{O}$ et aussi parce que le rapport est sensiblement plus petit que un dans la plus grande partie de la période germinative, ce rapport ne deviendrait égal à l'unité qu'à la fin de la germination. L'excès d'oxygène absorbé servirait, d'après M. Godlewski, à oxyder les matières grasses de réserve pour les transformer en amidon utilisé pendant la période germinative.

La seconde catégorie, distinguée par cet auteur, est celle des graines amylacées, physiologiquement caractérisées par la constance du rapport $\frac{\ }{O}$ et par la valeur de ce rapport très voisine de l'unité.

(1) Godlewski, *Ein neuer Ahtmungsapparat* (*Botanische Zeitung*, t. XL nov. 1882).

L'importance de ces conclusions est encore augmentée par les résultats que M. Godlewski a publiés dans le même travail sur la période de maturation des graines oléagineuses. Pendant cette période, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ serait plus grand que l'unité, de sorte qu'une partie de l'oxygène renfermé dans l'acide carbonique exhalé proviendrait de celui qui est mis en liberté par l'oxydation des corps hydrocarbonés et leur transformation en substances grasses de réserve.

2° *Examen des résultats obtenus.* — Il nous semble que l'on peut faire quelques légères critiques aux deux méthodes employées par M. Godlewski.

D'abord les graines étudiées sont disposées, toujours en petit nombre, sur du papier à filtrer humecté par un volume d'eau déterminé et elles restent dans le ballon en expérience pendant plusieurs jours sans que l'air soit brassé et complètement renouvelé; il y a donc stagnation de l'acide carbonique dans les interstices des graines.

D'autre part, on peut faire observer que le volume d'oxygène absorbé est calculé au lieu d'être mesuré. Pour l'obtenir, M. Godlewski mesure au début des expériences la capacité du récipient, puis il évalue au moyen du cathétomètre la diminution de pression produite par l'oxygène absorbé; à l'aide de ces deux données, il calcule ensuite le volume de l'oxygène. Mais ces deux données ne peuvent être exactement connues qu'après de nombreuses corrections, dues aux variations de température et de pression, et cette nécessité des corrections est une circonstance défavorable à la précision des résultats. On conçoit, en effet, que les moindres erreurs sur la mesure du volume total, peuvent influer notablement sur la quantité d'oxygène absorbé, qui ne représente au maximum ue le vingtième de ce volume. Or dans l'évaluation de la capacité du récipient, M. Godlewski ne tient pas compte de la variation de volume qu'éprouvent les graines en germination; il suppose que la somme des volumes de l'eau et des graines reste constante, l'augmentation de volume de la plantule étant

égale à la dimiminution de volume due à l'eau absorbée. Cette égalité supposée n'a pas été démontrée par quelques expériences de contrôle. Si la compensation admise par M. Godlewski n'existe pas, l'augmentation de volume des graines pourra être la cause d'une légère diminution dans le volume d'oxygène calculé.

Or on verra plus loin, par la comparaison de nos résultats avec ceux de M. Godlewski, que les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ déduites des nombres inscrits dans ses tableaux sont toujours supérieures aux nôtres, ce qui s'expliquerait par une évaluation un peu trop faible de la quantité d'oxygène absorbé dans les expériences de ce physiologiste.

3° *Variation de la respiration pendant le développement des plantes germant.* — L'examen de la respiration des graines germant, pendant la période où les plantules sont encore dépourvues de chlorophylle, nous a amené à reproduire à titre d'expérience de contrôle les recherches de M. Godlewski. Nous voulions connaître dans quelles limites l'accélération du dégagement d'acide carbonique ou la variation du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pendant le développement pouvaient modifier les résultats concernant l'action des radiations obscures ou lumineuses sur la respiration.

Nos recherches sur les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pendant la germination confirment d'une manière générale les résultats publiés par M. Godlewski, comme on pourra s'en convaincre par l'examen des tableaux (n° XXII et XXIII) concernant un certain nombre de graines oléagineuses et amylacées, mais elles se trouvent en désaccord sur plusieurs points avec les conclusions formulées par ce physiologiste.

Avant d'exposer nos résultats, nous devons rappeler que la méthode employée, décrite plus haut, nous met à l'abri des critiques qu'on peut présenter aux expériences de M. Godlewski. Nous avons supprimé dans les analyses toutes les corrections de température et de pression, en nous bornant à

déterminer la composition centésimale de l'atmosphère au début et à la fin de chaque expérience. Nous nous sommes dispensés de mesurer exactement le volume gazeux, et si nous le faisons figurer dans nos tableaux, c'est seulement pour avoir une idée de l'énergie de la respiration dans les conditions de l'expérience. D'autre part, les graines étudiées séjournaient dans l'appareil pendant un temps très court, et le brassage, que nous effectuons toujours au moment de chaque prise, permettait d'établir l'homogénéité dans la composition de l'atmosphère ambiante. Enfin, comme il était indispensable que le résultat des analyses fût contrôlé, nous avons toujours vérifié si la diminution de volume calculée au moyen de nos analyses, était rigoureusement égale à celle qui est accusée par une diminution de pression. Ainsi, suppression des corrections et contrôle des analyses, telles sont sont les conditions dans lesquelles nous avons toujours cherché à opérer.

L'examen des séries d'expériences 47 à 54 (tableau XXII) montre d'abord que, pendant la germination, la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ varie dans des limites plus étendues que ne l'a indiqué M. Godlewski. Ainsi pour le Lin, ce rapport, d'abord égal à 0,94, descend jusqu'à 0,30, et remonte ensuite graduellement. Le minimum que nous trouvons égal à 0,30 ne s'abaisserait pas, d'après M. Godlewski, au-dessous de 0,50, de sorte que l'oxydation des matériaux de réserve de la graine est plus considérable qu'on ne le pensait. Le Cresson alénois nous a aussi donné pour le rapport $\frac{CO^2}{O}$ des quantités très faibles (minimum 0,35).

Mais la discordance la plus importante qui existe entre les résultats de M. Godlewski et les nôtres est relative à la comparaison des graines oléagineuses et amylacées. Nous n'avons pas trouvé entre ces deux catégories de graines les différences signalées.

La Fève, le Lupin, le Pois, le Blé, présentent, d'une manière générale, les mêmes phénomènes que les graines oléagineuses : Lin, Cresson; c'est-à-dire que pour toutes ces graines

TABLEAU XXII. — VARIATIONS DE LA RESPIRATION AVEC L'AGE.

1° **Lin** (*Linum usitatissimum*).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	OBSERVATIONS	DATE.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	CO^2 POUR 100 DÉGAGÉ.	O POUR 100 ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 47.	100 grammes de graines sèches avec 10cc d'eau dans 100cc d'air.	»	2h 40m	24° / 24°	2,17	2,30	0,94
N° 48.	85 grammes de graines et 10cc d'eau dans 100cc d'air. La germination a commencé...	»	6h 10m	18° / 19°5	5,87	11,29	0,52
N° 49.	Graines germant sur cylindre de plâtre avec des racines de 5 mm de longueur...........	30 avril.	2h 10m	15° / 14°	2,33	8,74	0,30
	Les mêmes, avec racines de 1cm de longueur..............	1er mai.	0h 30m	18° / 18°	1,15	3,34	0,34
	Les mêmes, avec racines de 2cm de longueur; les cotylédons s'épanouissent.......	8 mai...	1h 35m	17° / 17°5	2,48	6,29	0,39
	Les mêmes, avec cotylédons un peu verdis.	9 mai...	1h	23° / 22°5	2,26	5,55	0,40
	Les mêmes, avec tigelle de 4mm de longueur, les cotylédons sont étalés et verts...	12 mai..	1h 25m	22° / 23°5	2,46	3,86	0,63
	Les mêmes, avec tigelle de 1cm de longueur..............	15 mai..	3h	17° / 19°	2,47	3,82	0,64
N° 50.	Jeunes plantes vertes sur du sable. Longueur moyenne des tiges, 3cm,5; 3 paires de feuilles au-dessus des feuilles cotylédonaires.	18 mai..	1h 20m	22° / 23°	0,53	0,65	0,81

TABLEAU XXII (suite). — VARIATIONS DE LA RESPIRATION AVEC L'AGE.

2° **Cresson alénois** (*Lepidium sativum*).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS DE L'EXPÉRIENCE.	DATE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	CO^2 POUR 100 dégagé.	O POUR 100 absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 51.	Graines trempées, 6 mai; le 7 au matin, placées sur le cylindre; mises en expérience le 7 à 5^h du soir; téguments crevés; pas encore de racine sortie.	7 mai...	1^h 22^m	18° 5 18° 5	0,52	0,93	0,55
N° 52.	Graines trempées le 30 avril, mises à germer le 1er mai. Etudiées après deux jours de germination......	3 mai...	1^h 53^m	16° 17°	2,14	5,88	0,36
N° 53.	Graines semblables à un état plus avancé; racine de 1^{cm} avec poils radicaux, les cotylédons commencent à s'épanouir........	5 mai...	1^h	15° 5 14° 5	2,65	6,35	0,41
N° 54.	Graines à racine très longue, cotylédons étalés et verdis.	9 mai...	2^h	22° 22°	3,82	6,75	0,56

le rapport $\frac{CO^2}{O}$, voisin de l'unité au début de la germination, diminue peu à peu jusqu'à un minimum, dont la valeur diffère suivant les espèces, puis il augmente ensuite pour redevenir presque égal à l'unité. Ainsi la Fève nous a fourni pour valeurs successives du rapport $\frac{CO^2}{O}$ les nombres :

0,87 ; 0,54 ; 0,46 ; 0,37.

TABLEAU XXIII. — VARIATIONS DE LA RESPIRATION AVEC L'AGE.

1° **Lupin** (*Lupinus luteus*). Obscurité.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.	DATE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	TEMPÉRATURE.	CO^2 POUR 100 dégagé.	O POUR 100 absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 55.	Graines au début de la germination. Racine ayant 4 à 5^{cm} de longueur. Cotylédons fermés, blancs......	28 février.	2^h	18°5 / 18°	3,00	5,12	0,58
	Bord des cotylédons un peu verdis. Racine de 8 à 9^{cm} de longueur. Cotylédons fermés	29 février.	2^{h}15^m	17°5 / 18°	2,79	6,67	0,42
	Cotylédons entr'ouverts montrant les premières feuilles épanouies. Culture sur sable, en pot........	»	2^h 8^m	16°5 / 17°5	1,25	1,67	0,72
	2° **Fève** (*Faba vulgaris*). Obscurité.						
N° 56.	Début de la germination, la racine commence à sortir, elle atteint 4 à 5^{mm} de longueur.......... .	1er mars.	1^{h}24^m	15° / 15°5	4,07	4,66	0,87
	Etat plus avancé, la racine a une longueur de 4 à 5^{cm}, la tigelle est à peine visible...	4 mars..	1^h	19° / 19°	2,04	3,74	0,54
	État plus avancé. Racine de 8^{cm} sans radicelles. Tigelle de 1^{cm} (76 grammes dans 140^{cc} d'air).	6 mars..	2^h	18° / 18°	5,06	11,00	0,46
	Etat plus avancé. Racine de 10^{cm} avec commencement de radicelle. Tigelle de 2^{cm}, verdie..............	8 mars..	1^h 30^m	17° / 17°	1,27	3,10	0,37

TABLEAU XXIII (suite). — VARIATIONS DE LA RESPIRATION AVEC L'AGE.

3° **Pois** (*Pisum sativum*). Obscurité.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	ÉTAT DE DÉVELOPPEMENT des plantes.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS lues sur l'appareil A ANALYSE. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 57.	Graines trempées pendant trois heures. Début de la germination.	14h 40m	16°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 21,59$	4,40	8,24	0,53
			16°	Fin...	787,5	705,0	606,5	4,40	13,35	82,25	Elle renferme : $CO^2 = 4,40$ $O = 13,35$			
N° 58.	40gr dans 450cc d'air. Racines ayant 2cm,5 de longueur. Tigelle non développée.	14h 35m	15°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 21,38$	5,45	8 2	0,65
			15°	Fin...	742,5	702,0	605,0	5,45	13,06	81,49	Elle renferme : $CO^2 = 5,45$ $O = 13,06$			
N° 59.	22gr dans 150cc d'air. Racines ayant 2cm,5 de longueur. Tigelle non développée.	2h 20m	16°5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,96$	1,56	2,40	0,65
			16°5	Fin...	765,0	753,0	611,0	1,56	18,56	79,88	Elle renferme : $CO^2 = 1,56$ $O = 18,56$			

TABLEAU XXIII (suite). — VARIATIONS DE LA GERMINATION AVEC L'AGE.

4° Blé. Obscurité.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	ÉTAT DE DÉVELOPPEMENT des plantes.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL À ANALYSE. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	A^z POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 60.	160 grammes de blé sec et 109gr d'eau dans 115cc d'air...	4h 30m	20°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	70,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,80$	1,90	1,80	1,05
			20°	Fin...	743,0	729,0	589,5	1,90	19,00	79,10	Elle renferme : $CO^2 = 1,90$ $O = 19,00$			
N° 61.	Racines à peine apparentes. Pousse non développée. 17gr dans 110cc d'air....	3h 20m	16° 5	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 21,19$	3,14	5,90	0,61
			16° 5	Fin...	698,5	676,5	564,0	3,14	16,10	80,76	Elle renferme : $CO^2 = 3,14$ $O = 16,10$			

TABLEAU XXIII (suite). — VARIATIONS DE LA GERMINATION AVEC L'AGE.

4° Blé. Obscurité.

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	ÉTAT DE DÉVELOPPEMENT des plantes.	DURÉE	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 62.	Racines principales de 2^{cm} en moyenne. Pousses de $0^{cm},5$ en moyenne. 30^{gr} dans 320^{cc} d'air.	3^h30^m	15°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 20,92$	3,86	4,45	0,86
			16°5	Fin...	737,5	709,0	587,5	3,86	16,47	79,67	Elle renferme : $CO^2 = 3,86$ $O = 16,47$			
N° 63.	Racines de $2^{cm},5$ à 3^{cm}. Pousses de $3^{cm},5$ en moyenne.	2^h	18°	Début.	»	»	»	0,00	20,80	79,20	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0,00$ $O = 70,80$	1,26	1,30	0,97
			18°5	Fin...	751,0	741,5	595,5	1,26	19,50	79,24	Elle renferme : $CO^2 = 1,26$ $O = 19,50$			

Pour le Pois, M. Godlewski a trouvé $\frac{CO^2}{O}$ sensiblement constant, tandis que cette même espèce nous a fourni les valeurs :

0,53; 0,65; 0,73.

Le Blé, qui présenterait une remarquable constance, sauf pendant le premier jour de la germination, nous a donné les valeurs successives :

1,05; 0,61; 0,86; 0,97.

D'ailleurs, en examinant les résultats obtenus par ce physiologiste pour le Pois et le Blé, on constate que leur concordance est loin d'être aussi complète que pour les graines oléagineuses. Tandis que le Blé lui fournit, pendant les deux ou trois premiers jours de la germination, des valeurs de $\frac{CO^2}{O}$ plus petites que l'unité (0,85; 0,90), les graines de Pois donneraient dans les mêmes conditions des valeurs très inégales.

D'après nos résultats, nous pensons que les conclusions formulées par M. Godlewski au sujet des variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ dans la germination des graines oléagineuses doivent être généralisées. Nos recherches nous apprennent que, quelles que soient les substances de réserve consommées dans les graines en germination, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est toujours plus petit que l'unité. Ce rapport atteint un minimum vers le milieu de la période germinative, et remonte ensuite pour devenir égal à l'unité quand la germination est terminée.

Mais, si toutes les graines étudiées se comportent de la même façon, les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$ sont variables ; tandis que ce rapport est très faible pour le Lin (0,30), ou le Cresson (0,35), il est plus élevé pour le Blé (0,60), et le Pois (0,56). C'est seulement dans l'intensité des variations de ce rapport que l'on pourrait peut-être chercher des différences entre les diverses espèces de graines.

En outre, le temps pendant lequel on observe les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ n'est pas le même pour toutes les graines étu-

diées, et ne paraît pas toujours en rapport avec la rapidité de la germination. Ces variations se produisent pendant un temps très court pour le Blé, tandis qu'elles se succèdent lentement pour le Cresson, dont l'évolution est aussi rapide.

En prenant les deux types les plus différents, Blé et Lin, nous avons étudié leur germination comparativement. Les courbes (pl. 20, fig. 6) représentent les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pour ces deux espèces, germant à partir du même moment dans des conditions identiques. On peut, par la figure 7, juger de l'état du développement de ces plantes correspondant aux diverses époques des expériences.

4° *Rhizomes, tubercules et bulbes en voie de développement.* — La généralisation des conclusions de M. Godlewski est encore confirmée par l'examen de la respiration dans des organes renfermant des réserves alimentaires (tubercules de Pomme de terre, bulbes de Jacinthe, rhizomes, etc.). L'étude du rapport $\frac{CO^2}{O}$ nous a fourni avec ces organes les résultats qui sont consignés dans le tableau n° XXIV.

Des tubercules de Pomme de terre qui commencent à produire de jeunes pousses nous ont donné le rapport $\frac{CO^2}{O} = 0,46$; des bulbes de Jacinthe ayant développé quelques feuilles donnent $\frac{CO^2}{O} = 0,6$. Enfin, des rhizomes de *Solidago Virga aurea*, examinés au mois de février avec quelques pousses aériennes en voie de développement, fournissent le rapport $\frac{CO^2}{O} = 0,6$.

5° *Conclusions.* — Il résulte des recherches qui précèdent que, *pour les graines, les tubercules, les bulbes et les rhizomes en germination :*

1° *Les échanges gazeux ont pour résultante une assimilation d'oxygène ;*

2° *L'assimilation d'oxygène passe par un maximum à un certain moment de la période germinative ;*

TABLEAU XXIV. — VARIATION DE LA RESPIRATION AVEC L'AGE (*tubercules et bu bes*).

1° **Pomme de terre** (*Solanum tuberosum*), tubercules au début de leur maturité, 26 février (obscurité).

SÉRIE D'EXPÉRIENCES.	POIDS DES TUBERCULES et VOLUME D'AIR.	DURÉE.	TEMPÉRATURE.	PRISE D'AIR.	DIVISIONS LUES SUR L'APPAREIL A ANALYSES. Volume initial.	Après potasse.	Après pyrogallate.	CO^2 POUR 100.	O POUR 100.	Az POUR 100.	OBSERVATIONS.	CO^2 DÉGAGÉ.	O ABSORBÉ.	$\frac{CO^2}{O}$
N° 64.	583 grammes dans 640 centimètres cubes d'air.	17h30m	17°	Début.	743,0	742,0	590,0	0,13	20,45	79,42	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}13$ $O = 20{,}94$	2,31	4,72	0,49
			14°	Fin...	715,0	697,5	599,0	2,44	16,22	81,34	Elle contient : $CO^2 = 2{,}44$ $O = 16{,}22$			
	Id.	24h	15°	Début.	757,0	751,5	603,0	0,72	19,61	79,67	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}72$ $O = 20{,}45$	3,69	8,01	0,46
			12°	Fin...	747,5	714,5	621,5	4,41	12,44	83,15	Elle contient : $CO^2 = 4{,}41$ $O = 12{,}44$			
2° **Bulbes de Jacinthe des bois** (*Endymion nutans*) en voie de développement (obscurité), 28 février.														
N° 65.	Une cinquantaine de bulbes de Jacinthe.	1h50m	19°5	Début.	750,0	746,0	600,0	0,53	19,47	80,00	A la fin de l'expérience, l'atmosphère aurait dû contenir : $CO^2 = 0{,}53$ $O = 19{,}66$	2,28	3,29	0,69
			17°	Fin...	745,0	724,0	602,0	2,81	16,37	81,82	Elle renferme : $CO^2 = 2{,}81$ $O = 16{,}37$			

3° Cette assimilation d'oxygène se traduit par des variations dans le rapport $\frac{CO^2}{O}$. Le rapport, plus petit que l'unité, passe par un minimum au moment de la plus grande absorption d'oxygène.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Les recherches exposées dans ce mémoire confirment et généralisent les conclusions relatives à la respiration énoncées dans notre travail sur les Champignons. En outre, des résultats nouveaux ont été obtenus. Les plus importants concernent la variation de la respiration pendant le développement des végétaux et la constance, avec l'éclairement, du rapport des volumes de gaz émis et absorbés.

Nous pouvons maintenant formuler pour tous les tissus sans chlorophylle (Champignons, graines germant, rhizomes, racines, Phanérogames sans chlorophylle, fleurs, etc.) les conclusions générales suivantes :

I. — Intensité du phénomène respiratoire.

1° La lumière solaire, directe ou diffusée, atténue plus ou moins, toute autre condition égale d'ailleurs, l'intensité des échanges gazeux.

2° L'intensité de la respiration augmente avec la température.

3° L'intensité de la respiration varie avec le développement. Pendant la période germinative, par exemple, elle passe par un maximum.

II. — Rapport entre l'acide carbonique émis et l'oxygène absorbé.

4° Pour les mêmes individus, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ du volume de l'acide carbonique émis au volume de l'oxygène absorbé est le même à la lumière et à l'obscurité.

5° Pour les mêmes individus, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est constant, quelle que soit la température.

6° Ce rapport est également constant, quelle que soit la pression.

7° Ce rapport est en général plus petit que l'unité pendant la période où les végétaux se développent rapidement en consommant des réserves déterminées (albumen, cotylédons, rhizomes, bulbes, tubercules). Le résultat définitif de la respiration est alors une assimilation d'oxygène.

8° Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ varie pendant cette période. Sa valeur s'abaisse, passe par un minimum, puis s'élève ensuite graduellement.

L'assimilation d'oxygène a donc ainsi une valeur maxima au milieu du développement.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 19.

Fig. 1. *Disposition générale de l'appareil à analyses :*

abcd, tube capillaire horizontal disposé sur la planchette TT.

ab, branche divisée en 800 divisions d'égale capacité et destinée à mesurer les volumes gazeux.

cd, branche non divisée où doivent séjourner les réactifs absorbants.

f, ampoule servant à emmagasiner les gaz pendant l'introduction des réactifs absorbants.

l, allonge mobile le long du support *s*, destinée à déplacer le mercure ou les gaz dans l'appareil et reliée à l'ampoule *f* par un tube de caoutchouc.

p, pointe fixe servant à maintenir une pression constante pendant chaque analyse.

t, tube vertical présentant à l'endroit où il se rattache avec la branche *cd* un robinet *r*.

k, cuvette dans laquelle se termine le tube *t* et destinée à recevoir les éprouvettes contenant les gaz à analyses *m*, ou les réactifs absorbants.

Fig. 2. Détail de l'appareil précédent montrant le robinet à trois voies *R* destiné au lavage de l'appareil.

On a adapté à l'ampoule *f* deux fils de platine *ee'*, destinés à faire passer des étincelles dans l'ampoule dans le but de faire détoner les gaz combustibles.

PLANCHE 20.

Fig. 3. Appareil pour étudier la respiration des graines germant.

G, cylindre de plâtre sur la surface duquel les graines adhèrent ; il repose sur une cuvette B et il est recouvert d'une cloche A.

Fig. 4-5. Dispositions employées pour la respiration des graines non adhérentes au support.

Dans ces figures, les tubes *b* servent à extraire le gaz ; ils communiquent avec l'appareil à prises ; les tubes *a* sont destinés à renouveler l'air.

Fig. 6. Courbes indiquant les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pendant la germination pour le Blé et le Lin.

Les abcisses représentent des intervalles égaux (jours) pendant la germination et les ordonnées représentent des valeurs proportionnelles aux variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$.

Fig. 7. États apparents des graines de Lin et de Blé germant en même temps dans les mêmes conditions ; ils permettent de voir à quelles périodes de la germination correspondent les valeurs du rapport $\frac{CO^2}{O}$.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

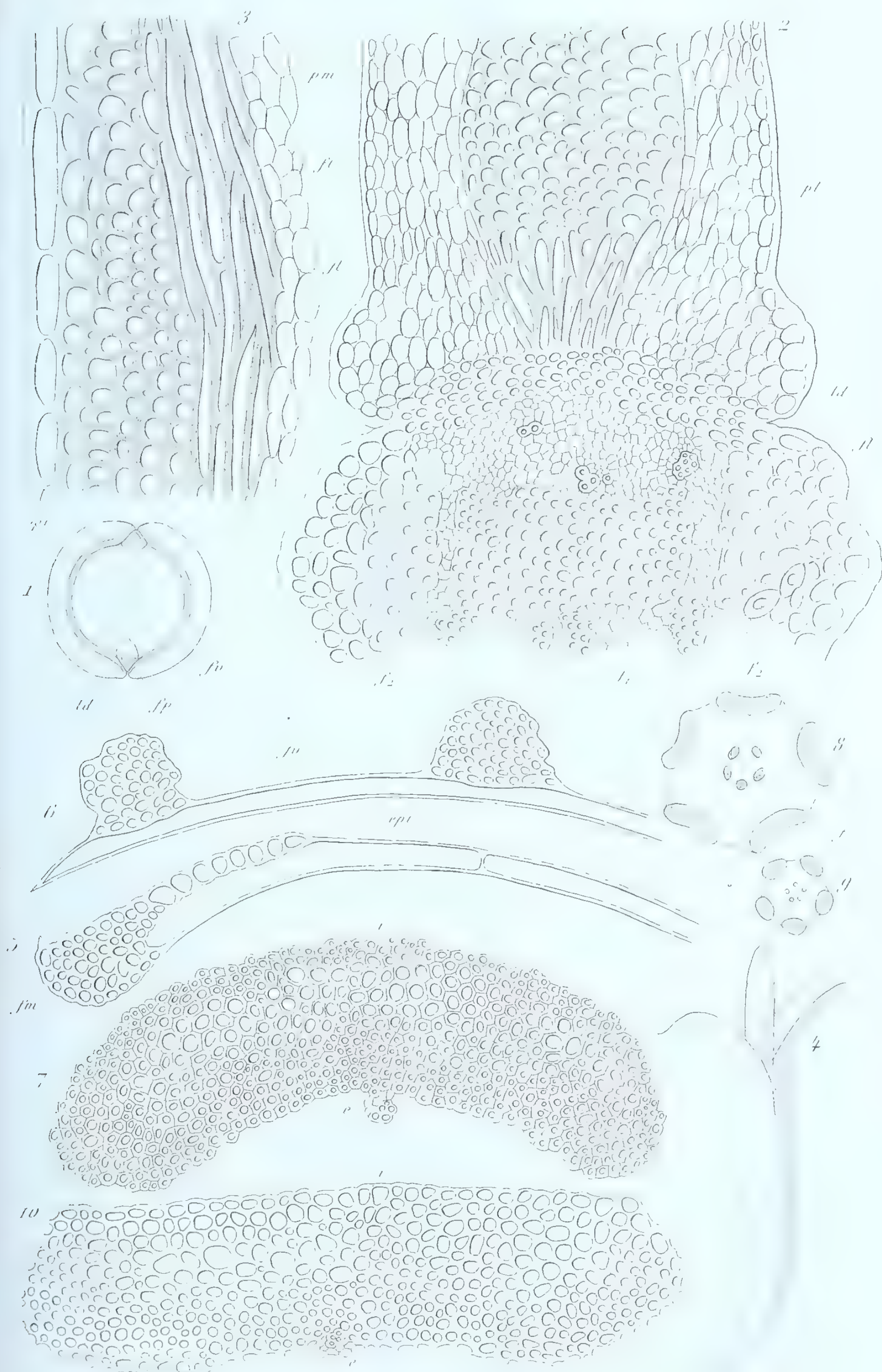
TABLE DES PLANCHES

FIN DES TABLES

Bourloton — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

M. L. du S. del. Pierre sc.

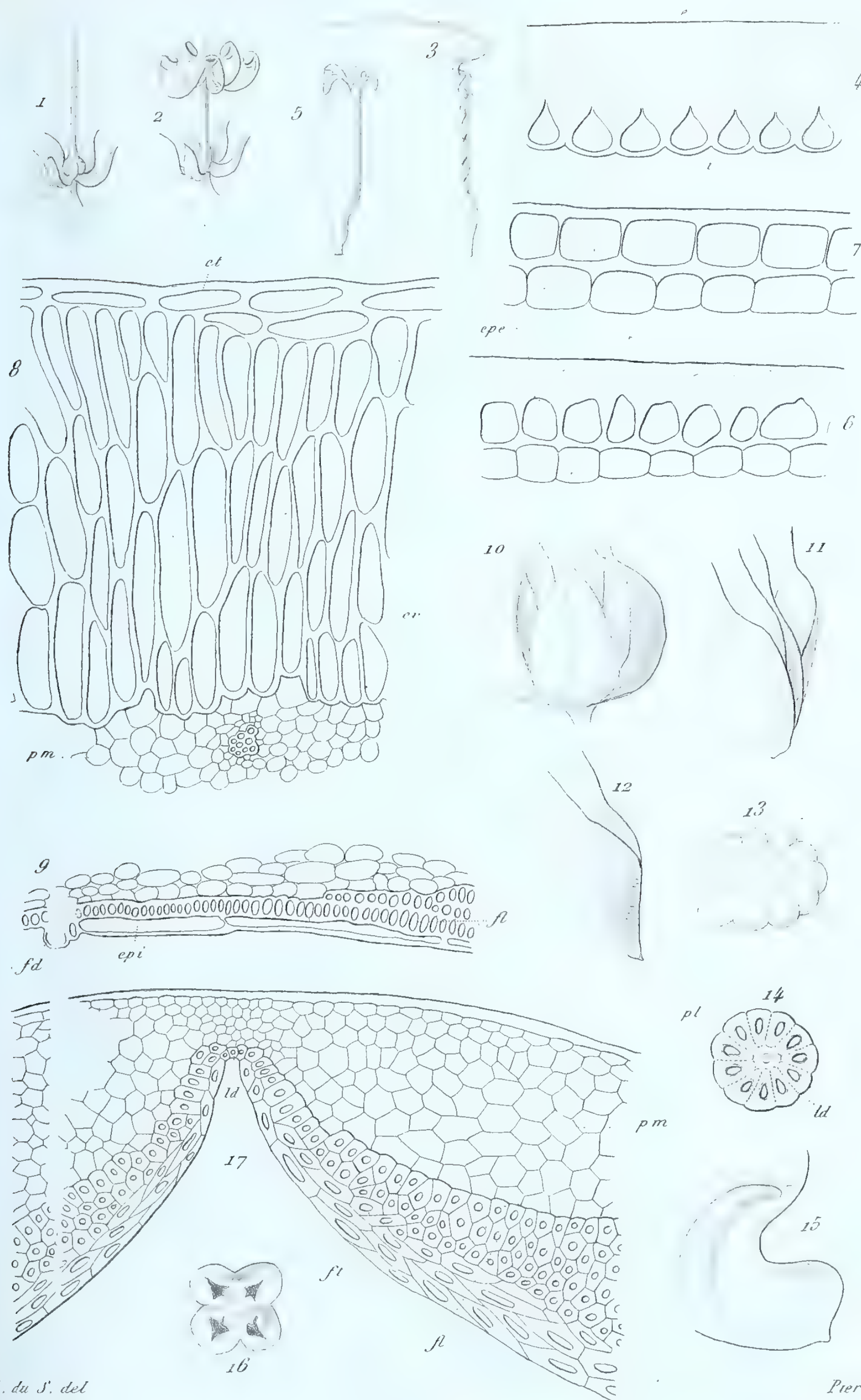
Helleborus (4-8) - Papaver (9-10) - Argemone (11-13)
Sisymbrium (14)



M. L. du S. del. Pierre sc.

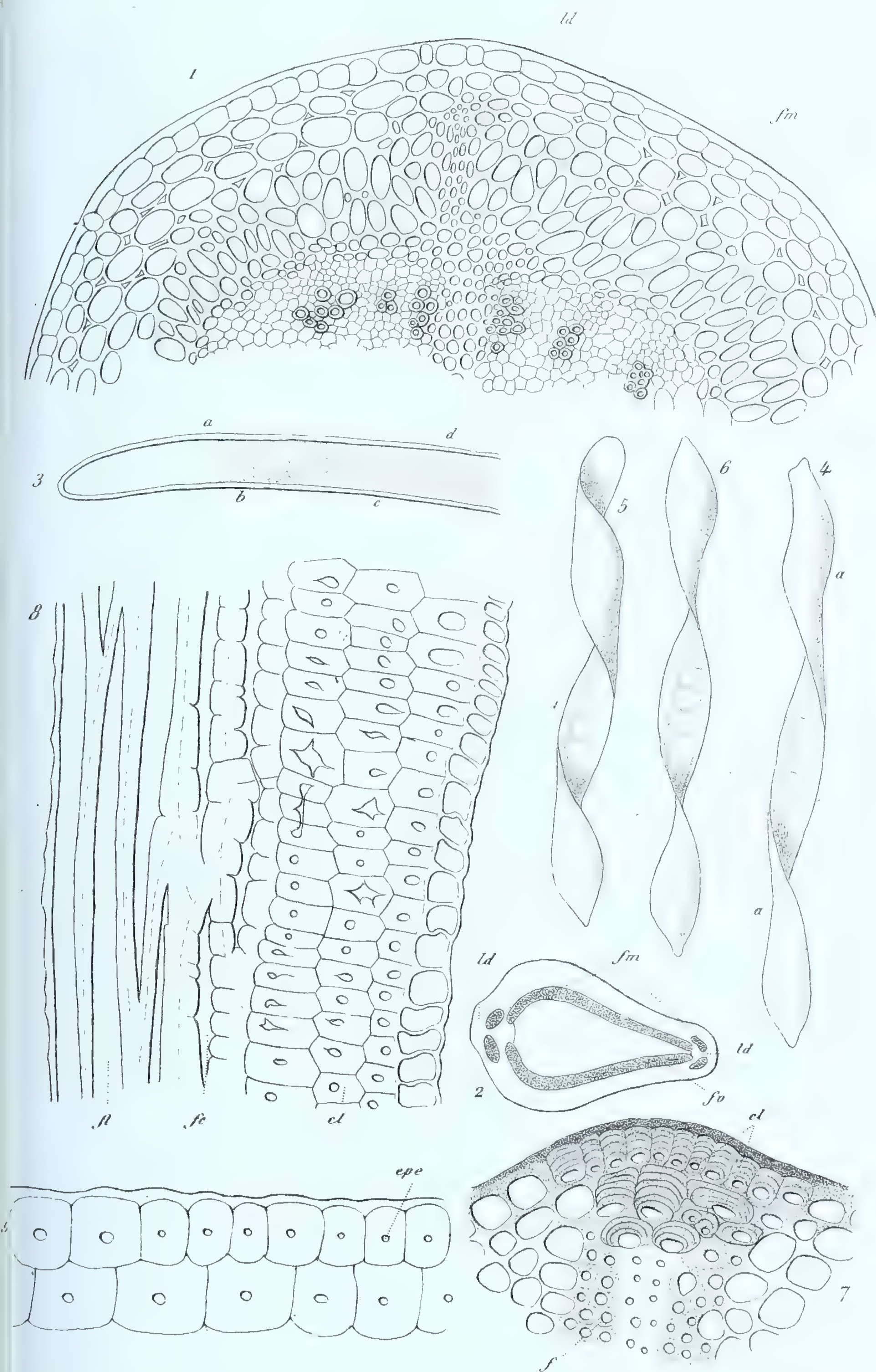
Sisymbrium (1) _ Biscutella (2) _ Farsetia (3) _
Polanisia (4_6) _ Erodium (7_9) _ Geranium (10)

Imp. Lemercier et Cie Paris.



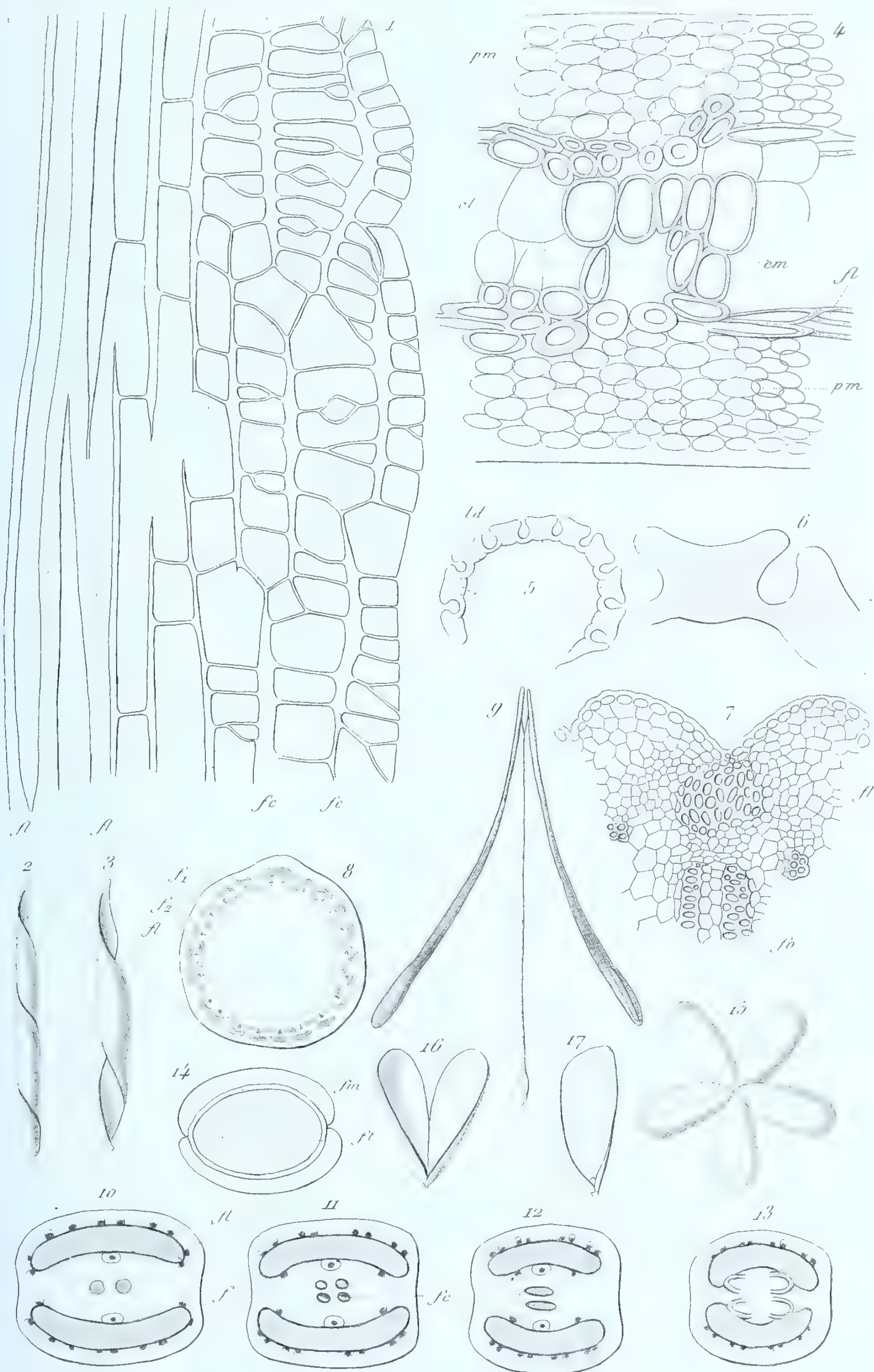
M. L. du S. del
Pierre sc

Geranium (1_2) _ Erodium (3) _ Helianthemum (4) _ Saponaria (5_7) _ Viola (8_9) _ Hibiscus (10) _ Sida (11_12) _ Malva (13_14) _ Gossypium (15) _ Ruta (16_17)



M.L. du S. del. Pierre sc.

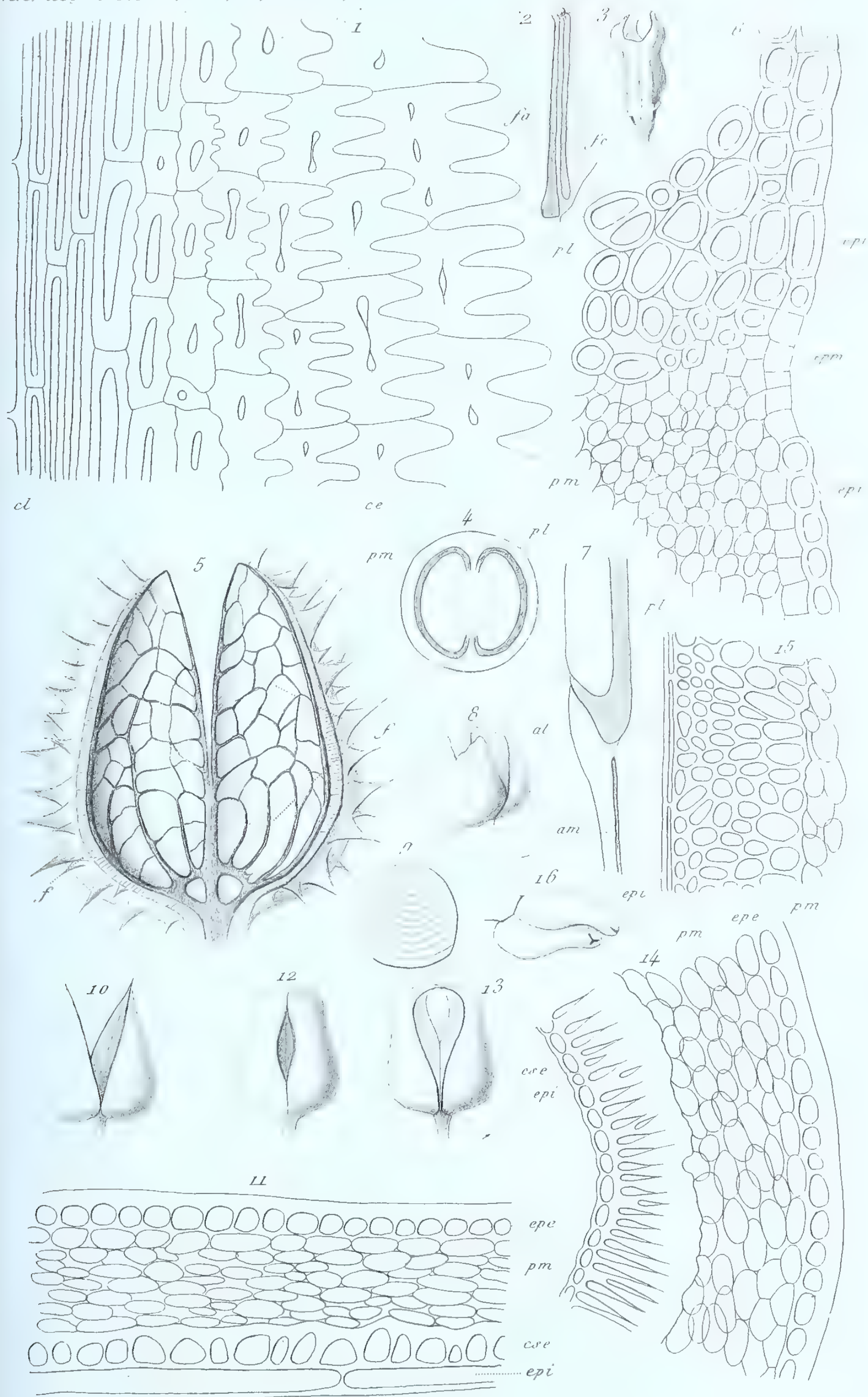
Ulex (1-2) - Spartium (3-7) - Genista (8-9)



M. L. du S. del.

Pisum (1) _ Vicia (2_3) _ Hippocrepis (4_6) _ Medicago (7)
Trigonella (8) _ Scandix (9_13) _ Pastinaca (14) _ Quillaja (15_17)

Imp. Lemercier et Cie Paris.



M. L. du S. del. Pierre sc.

Campanula (1-3) _ Nicotiana (4) _ Datura (5)
Hyoscyamus (6-7) _ Verbascum (8-9) _ Scrofularia (10)
Digitalis (11-13) _ Antirrhinum (14-16)

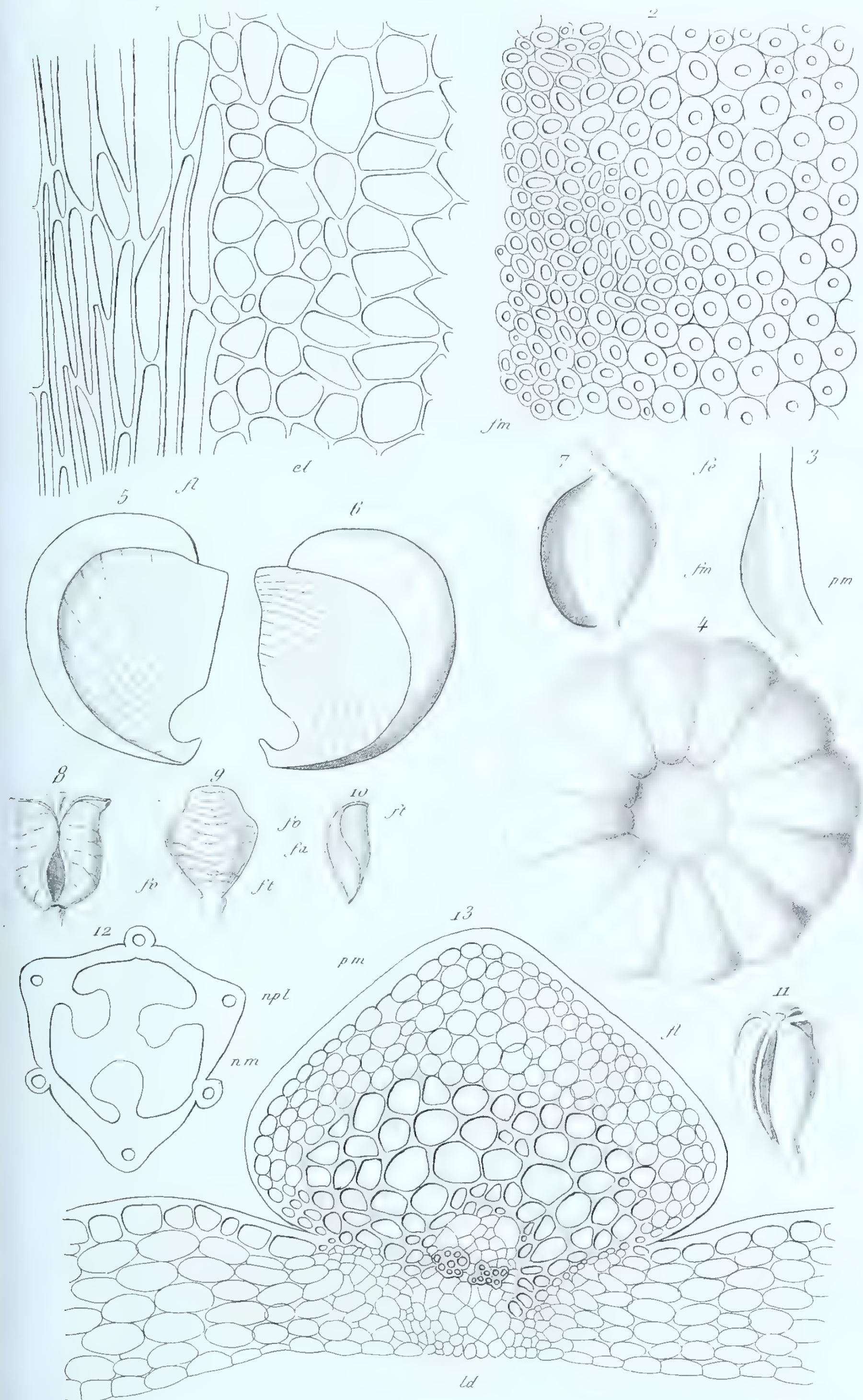
Imp. Lemercier et Cie Paris.

6 epe pm epi 2 ase 3 cl 4 epi fe fi 5 7 epe cl pm epi ld 1 e 11 i 8 ca 12 epi 9 pm fl cr epi fld 10

M. L. du S. del. Pierre sc

Linaria (1-3) - Acanthus (4-5) - Primula (6-7)
Anagallis (8) - Mercurialis (9-10) - Buxus (11-12)

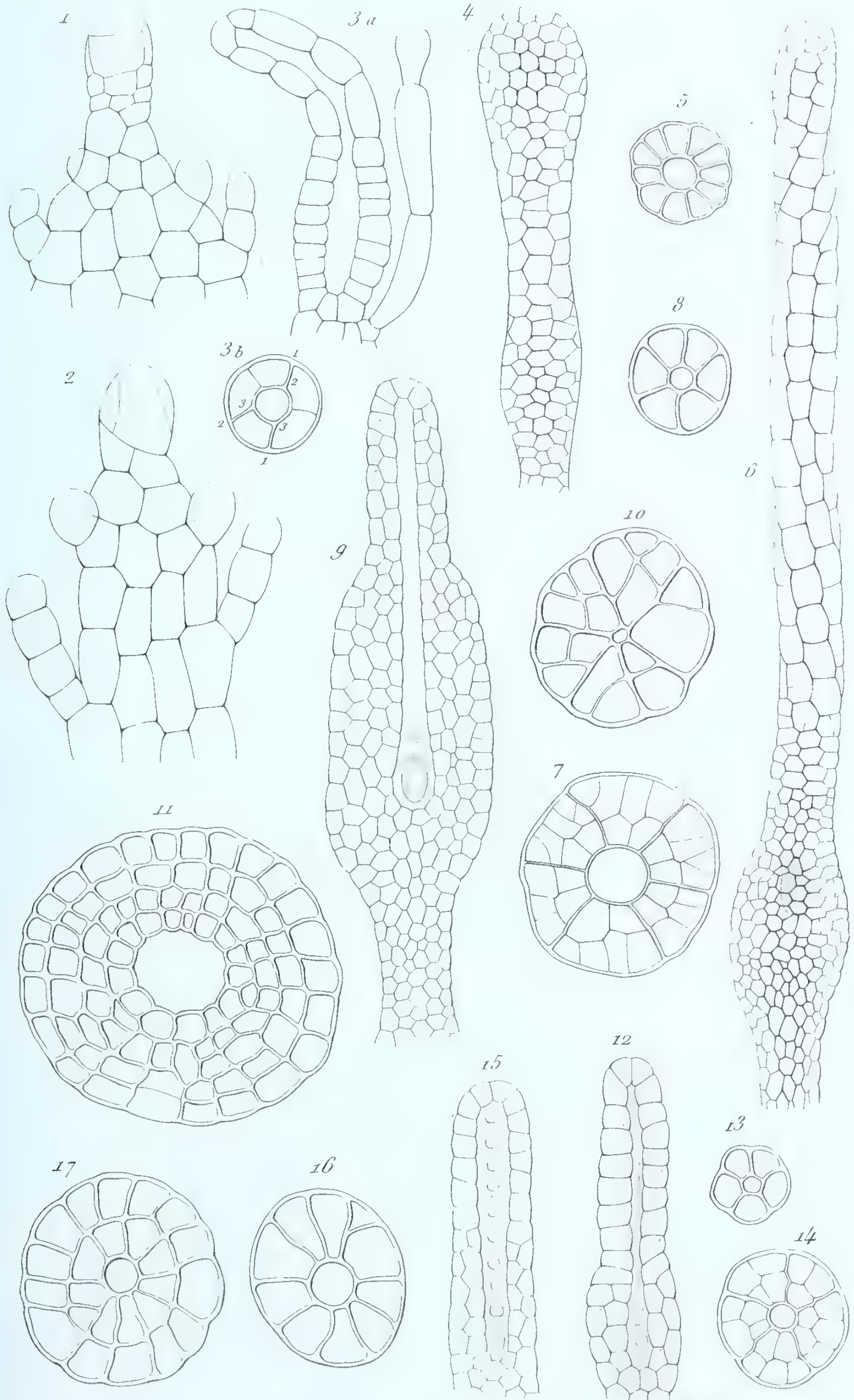
Imp. Lemercier et Cie Paris.



M. L. du S. del
Pierre sc.

Fagus (1)_Picea (2_3)_Hura (4_6)_
Grevillea (7)_Asphodelus (8_10)_Ophrys (11_13)

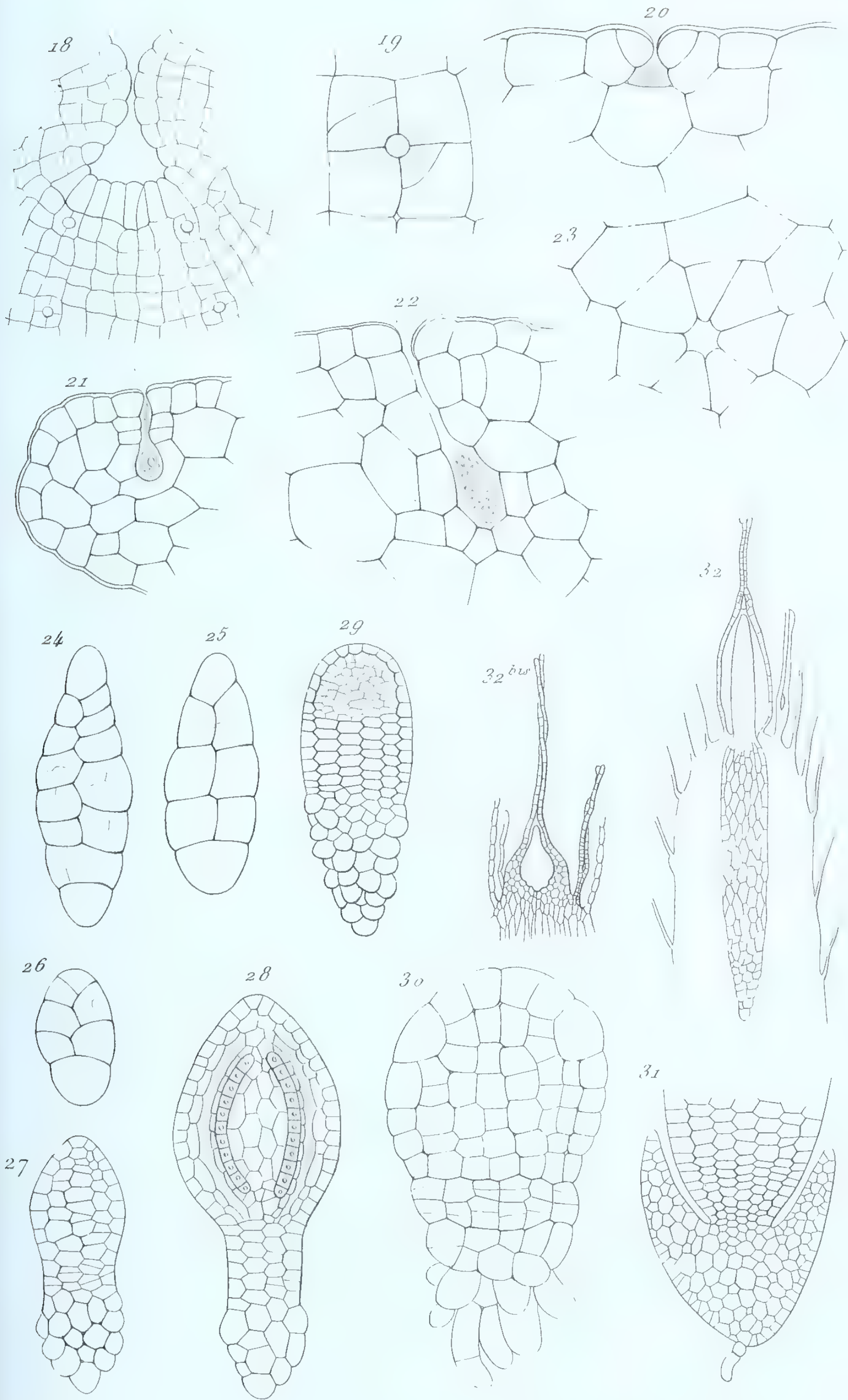
Imp. Lemercier et Cie Paris.



Hy del. Mme Ch. Jeannest sc.

Développement de l'archégone des Muscinées.

Imp. Lemercier et Cie Paris

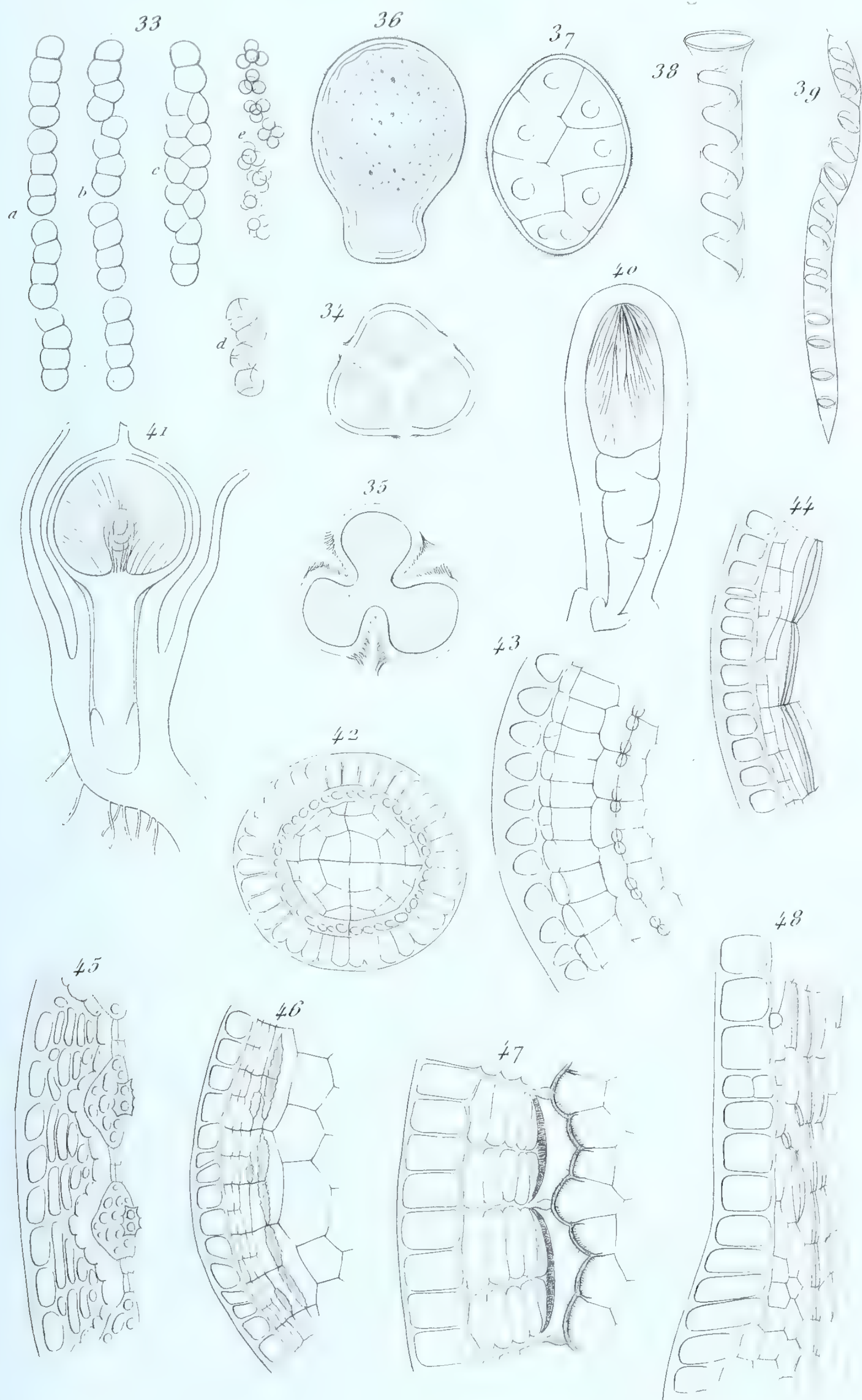


Hy del.

Mme Ch. Jeannest sc.

Développement de l'archégone et du sporogone des Muscinées.

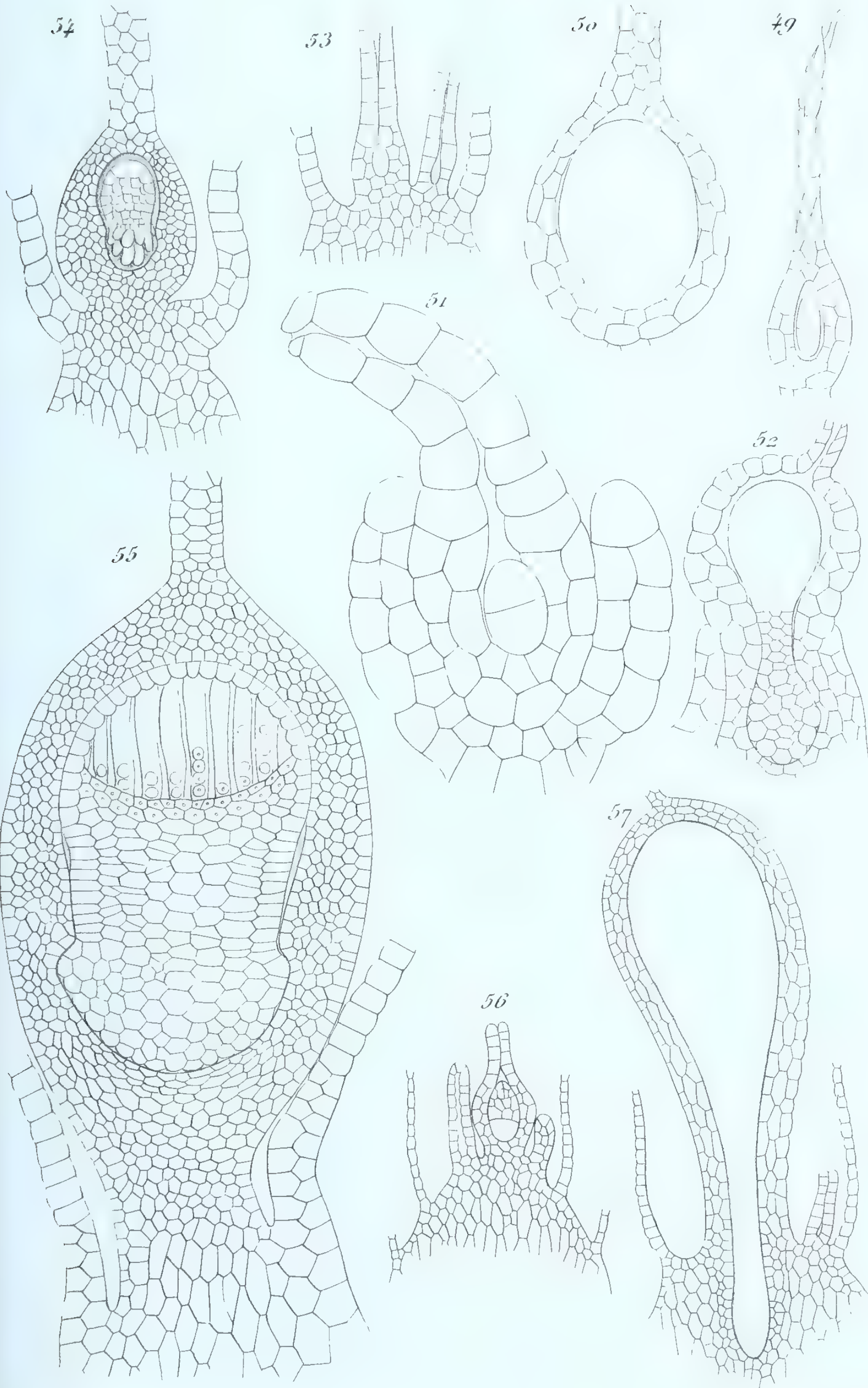
Imp. Lemercier et Cie Paris.



Hy del. Mme Ch. Jeannest sc.

Formation des spores des Muscinées _ Elatères _ Péristome.

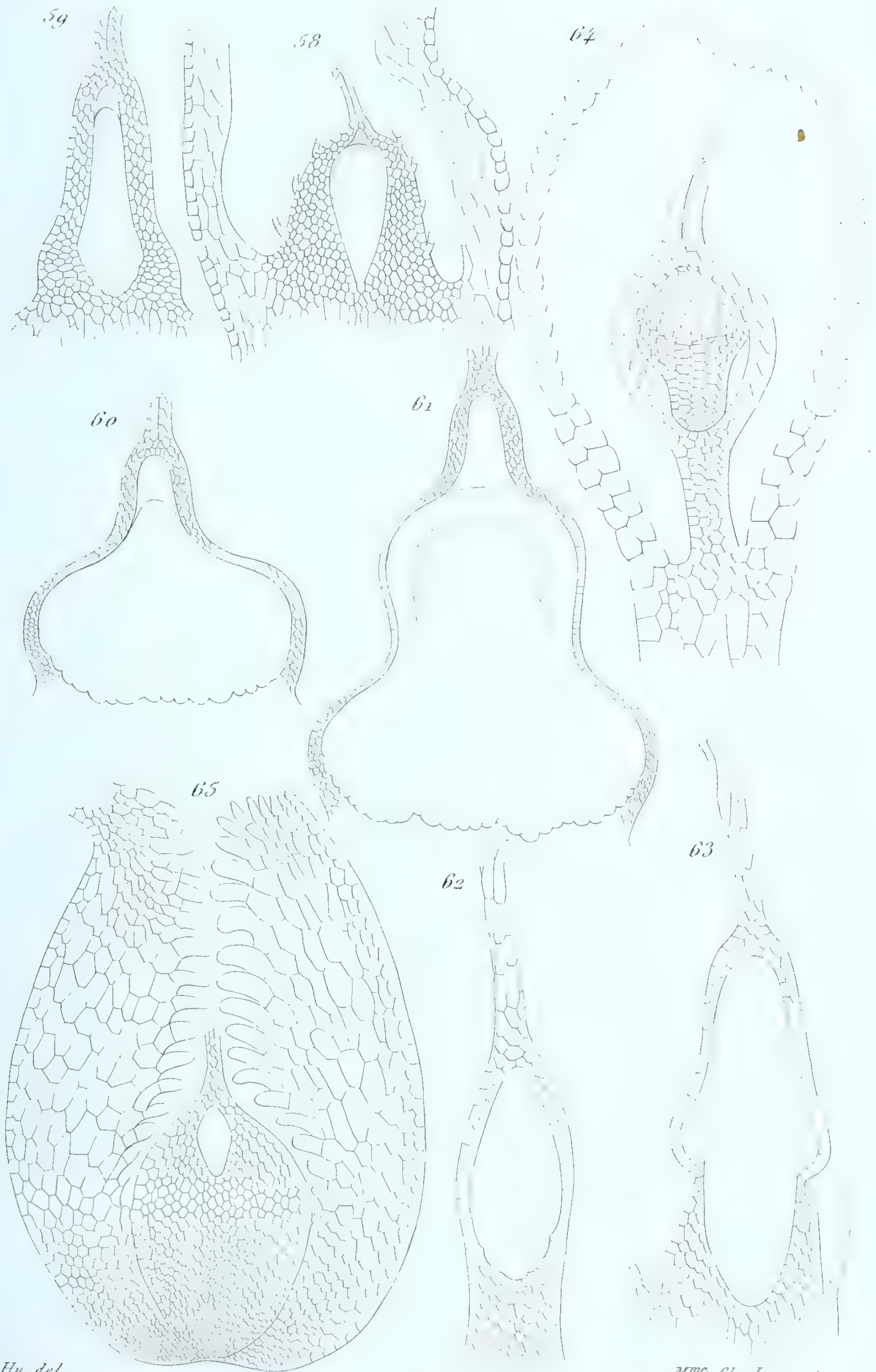
Imp. Lemercier et Cie Paris.



Hy del. Mme Ch. Jeannest sc

Développement de l'épigone des Muscinées.

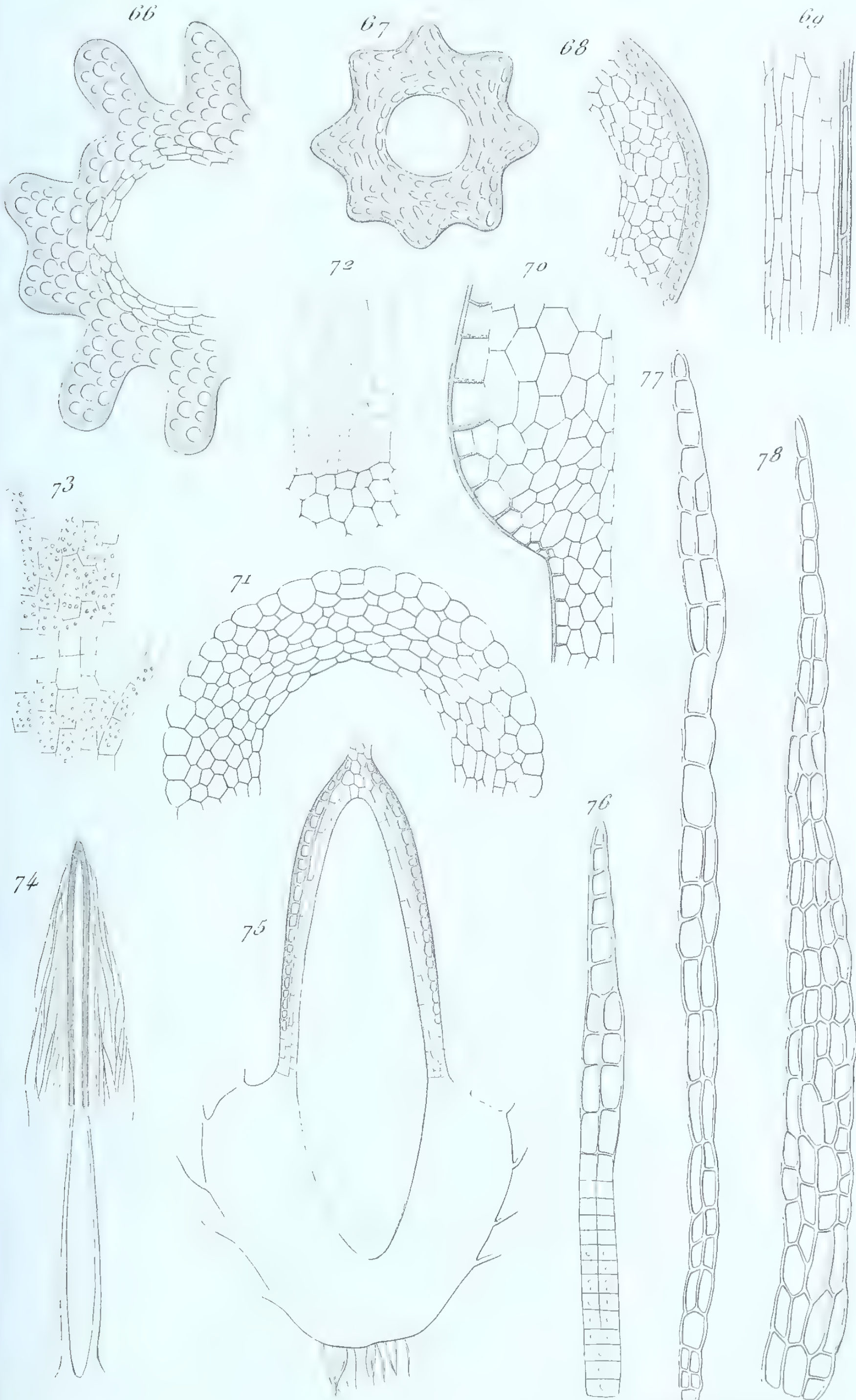
Lemercier et Cie Paris



Hy del — Mme Ch. Jeannest sc.

Développement de l'épigone des Muscinées.

Imp. Lemercier et Cie Paris.



Hy. del. Mme Ch. Jeannest sc.

Coiffe et vaginule des Muscinées.

Imp. Lemercier et Cie Paris.



B
1
2
1
2
4

Imp. Becquet fr. Paris.

A. *Campanula Lehmanniana* Bunge.
B. *Phyteuma multicaule* Franch.



Imp. Becquet fr. Paris.

Dracocephalum crenatifolium Franch



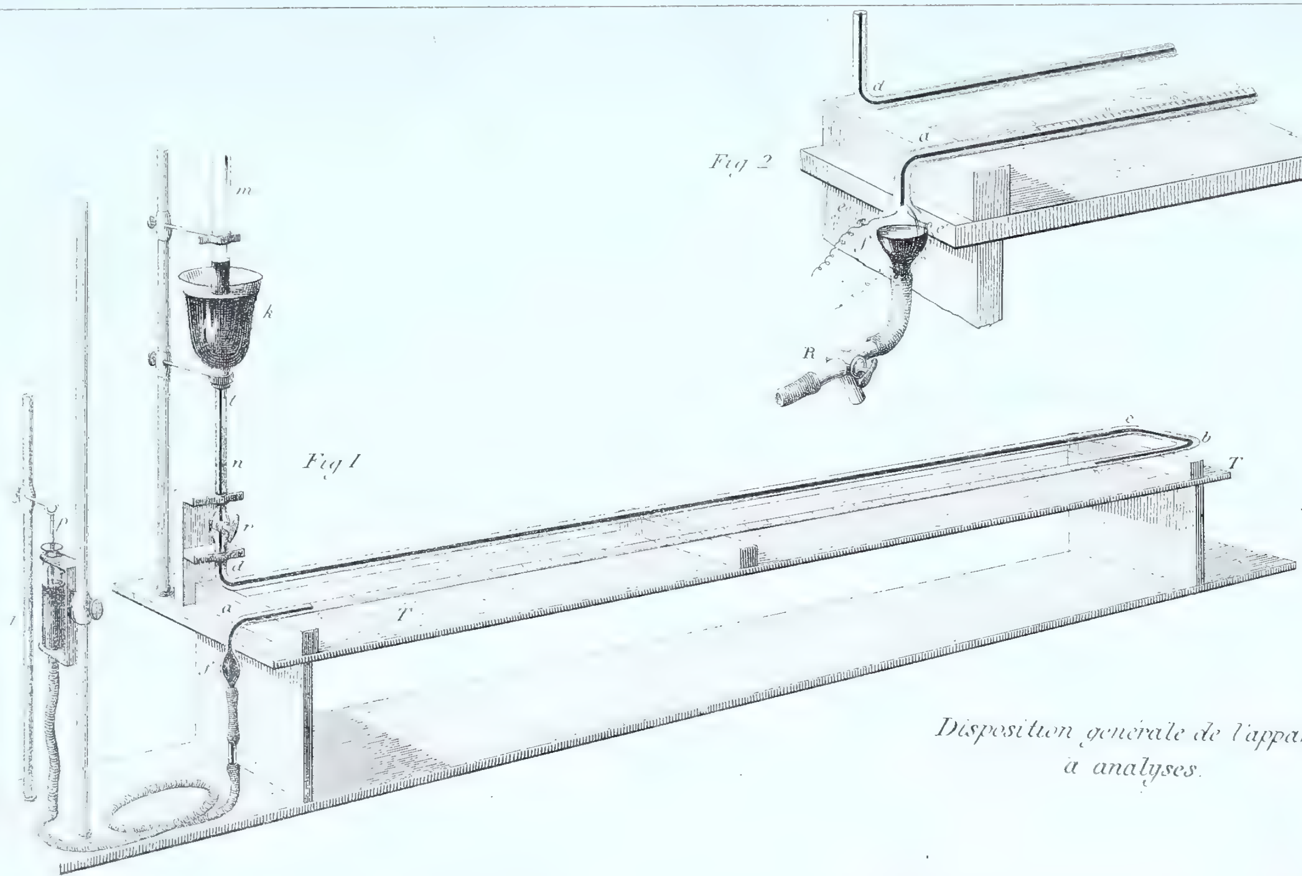
Imp. Becquet fr. Paris.

Eremostachys napuligera Franch.



Imp. Becquet fr. Paris.

Eremostachys speciosa Rupr.



Respiration des Végétaux

Valeurs de CO^2 / O

Triticum sativum

Linum usitatissimum

Fig. 6

jours de germination.

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5.

Fig. 7

1er j. 2e j. 3e j. 4e j. 6e j.

Respiration des Végétaux

